

SNELL ANATOMÍA CLÍNICA POR REGIONES

10.^a EDICIÓN



booksmedicos.org

LAWRENCE E. WINESKI

 Wolters Kluwer



10.^a
EDICIÓN

Snell Anatomía clínica por regiones

LAWRENCE E. WINESKI, PHD

Professor and Chair
Department of Pathology and Anatomy
Morehouse School of Medicine
Atlanta, Georgia



Wolters Kluwer

Philadelphia • Baltimore • New York • London
Buenos Aires • Hong Kong • Sydney • Tokyo



Av. Carrilet, 3, 9.^a planta, Edificio D - Ciutat de la Justícia
08902 L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona (España)
Tel.: 93 344 47 18 Fax: 93 344 47 16 e-mail: consultas@wolterskluwer.com

Revisión científica

Francisco Reina de la Torre

Profesor Titular de Anatomía Humana y Embriología, Departamento de Ciencias Médicas, Facultad de Medicina, Universidad de Girona, España

José Ramón Sañudo Tejero

Profesor del Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, España

María Teresa Vázquez Osorio

Profesor del Departamento de Anatomía y Embriología, Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid, España

Traducción

Verónica García Cuevas

Traductora profesional por la Universidad Jaume I, España

Gustavo Mezzano

Médico cirujano por la Universidad de Buenos Aires, Argentina

Néstor Zumaya Cárdenas

Médico cirujano por la Universidad Nacional Autónoma de México, México

Dirección editorial: Carlos Mendoza

Editora de desarrollo: Núria Llavina

Gerente de mercadotecnia: Stephanie Manzo Kindlick

Cuidado de la edición: Doctores de Palabras

Diseño de portada: Jesús Esteban Mendoza

Impresión: C&C Offset Printing Co. Ltd. / Impreso en China

Se han adoptado las medidas oportunas para confirmar la exactitud de la información presentada y describir la práctica más aceptada. No obstante, los autores, los redactores y el editor no son responsables de los errores u omisiones del texto ni de las consecuencias que se deriven de la aplicación de la información que incluye, y no dan ninguna garantía, explícita o implícita, sobre la actualidad, integridad o exactitud del contenido de la publicación. Esta publicación contiene información general relacionada con tratamientos y asistencia médica que no debería utilizarse en pacientes individuales sin antes contar con el consejo de un profesional médico, ya que los tratamientos clínicos que se describen no pueden considerarse recomendaciones absolutas y universales.

El editor ha hecho todo lo posible para confirmar y respetar la procedencia del material que se reproduce en este libro y su copyright. En caso de error u omisión, se enmendará en cuanto sea posible. Algunos fármacos y productos sanitarios que se presentan en esta publicación sólo tienen la aprobación de la Food and Drug Administration (FDA) para uso limitado al ámbito experimental. Compete al profesional sanitario averiguar la situación de cada fármaco o producto sanitario que pretenda utilizar en su práctica clínica, por lo que aconsejamos consultar con las autoridades sanitarias competentes.

Derecho a la propiedad intelectual (C. P. Art. 270)

Se considera delito reproducir, plagiar, distribuir o comunicar públicamente, en todo o en parte, con ánimo de lucro y en perjuicio de terceros, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la autorización de los titulares de los correspondientes derechos de propiedad intelectual o de sus cesionarios.

Reservados todos los derechos.

Copyright de la edición en español © 2019 Wolters Kluwer

ISBN de la edición en español: 978-84-17602-27-7

Depósito legal: M-17008-2019

Edición en español de la obra original en lengua inglesa *Snell's clinical anatomy by regions*, 10.^a edición, editada por Lawrence

E. Wineski, publicada por Wolters Kluwer

Copyright © 2019 Wolters Kluwer

Two Commerce Square

2001 Market Street

Philadelphia, PA 19103

ISBN de la edición original: 978-14-96345-64-6

A Karen

Por su comprensión, extraordinaria paciencia y apoyo incondicional.

A los donantes anatómicos

Con el más profundo agradecimiento a nuestros esenciales maestros por sus notables dones.

In memoriam

Richard S. Snell, MRCS, LRCP, MB, MD, PhD
1925-2015

Clinical Anatomy by Regions

Clinical Anatomy by Systems

Clinical Neuroanatomy

Clinical Embryology for Medical Students

Prefacio

Es un gran honor para mí continuar con el trabajo del Dr. Richard S. Snell en esta nueva edición de su libro de texto. Siempre he admirado este libro, he usado ediciones previas como estudiante y como instructor, y aprecié la oportunidad de contribuir modestamente en la 9.^a edición. Espero que esta 10.^a edición cumpla con los elevados estándares del Dr. Snell y que continúe su legado de erudición y relevancia clínica en la enseñanza.

Este libro proporciona a los estudiantes de ciencias de la salud una revisión de la anatomía básica en un contexto clínico sólido. Incluye los siguientes cambios:

1. El orden de los capítulos se ha modificado y ahora sigue una secuencia estándar de disección de las facultades de medicina.
2. Se ha revisado la progresión de los temas en cada capítulo, comenzando con el material fundamental y construyendo relaciones más complejas.
3. Cada capítulo comienza con una lista de objetivos de aprendizaje y concluye con un conjunto de conceptos clave. Los *Objetivos de aprendizaje* introducen los temas principales del capítulo, es decir, la anatomía más importante para aprender y comprender. Los *Conceptos clave* resumen los puntos críticos de la anatomía cubiertos en ese capítulo.
4. El texto se ha reelaborado en gran medida e incluye nuevo material y terminología actualizada. Se incluyen nuevas tablas con resúmenes breves.
5. Ilustraciones nuevas o actualizadas que muestran mejor los puntos anatómicos, especialmente la anatomía de superficie.

Cada capítulo tiene un formato similar. Esto facilita la localización del material y el traslado de una parte del libro a otra. Cada capítulo se enfoca en las siguientes categorías:

1. **Caso clínico.** Cada capítulo comienza con un breve informe de caso que ejemplifica la relevancia de la anatomía en la medicina.
2. **Objetivos de aprendizaje.** Como se ha descrito anteriormente, esta sección centra la atención del estudiante en los conceptos básicos de anatomía más relevantes para aprender y comprender.
3. **Anatomía clínica básica.** La mayor parte del capítulo proporciona

información básica sobre estructuras anatómicas generales de relevancia clínica. Las *Notas clínicas* y *Notas embriológicas* complementan el texto central, indican las aplicaciones clínicas y explican la morfología del adulto y las principales malformaciones congénitas.

4. **Anatomía radiológica.** Cada capítulo incluye numerosas imágenes médicas estándar (p. ej., radiografías, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y ecografías) para mostrar la anatomía normal de la manera en que los médicos suelen observarla. Las fotografías etiquetadas de secciones transversales anatómicas estimulan a los estudiantes a pensar en términos de anatomía tridimensional, que es fundamental en la interpretación de los estudios de imagen.
5. **Anatomía de superficie.** Esta sección describe los puntos de referencia superficiales y los puntos de palpación de estructuras anatómicas fundamentales para realizar una exploración física completa.
6. **Conceptos clave.** Esta parte final del capítulo resume los principales puntos anatómicos analizados en cada apartado para reforzar los temas tratados.
7. **Preguntas de revisión.** Se dispone de una colección de preguntas de revisión en línea en thePoint (en inglés). El propósito de estas preguntas es triple: centrar la atención en áreas relevantes, permitir que los estudiantes evalúen sus áreas de fortaleza y debilidad, y proporcionar una forma de autoevaluación para las preguntas formuladas en condiciones de examen. Las preguntas respetan el formato del National Board y se enfocan en un problema clínico que requiere una respuesta anatómica.

Al igual que en las ediciones previas, el libro presenta numerosas ilustraciones. La mayoría de las figuras mantienen la sencillez para transmitir los planos fundamentales que subyacen en la organización de las regiones corporales. Se han conservado las ilustraciones que resumen la irrigación e inervación de las regiones, así como las vistas generales de la distribución de los nervios craneales.

L.E.W.

Reconocimientos

Agradezco a mis maestros y colegas que han contribuido directa e indirectamente con el desarrollo y la culminación de este libro, ya sea que estén conscientes de sus contribuciones o no. Aprecio mucho el tiempo, los aportes, la tutoría y el apoyo y aliento en general de las siguientes personas.

Dr. Robert I. Bowman (fallecido), Department of Biology, San Francisco State University, San Francisco, California.

Dr. James F. Densler, Adjunct Professor, Department of Surgery, Morehouse School of Medicine, Atlanta, Georgia.

Dr. Martha L. Elks, Professor and Associate Dean for Medical Education, Morehouse School of Medicine, Atlanta, Georgia.

Dr. Noelle Granger, Professor Emeritus, Department of Cell and Developmental Biology, University of North Carolina School of Medicine, Chapel Hill, North Carolina.

Dr. Joseph G. Hall (fallecido), Department of Biology, San Francisco State University, San Francisco, California.

Dr. Susan W. Herring, Professor, Department of Orthodontics, University of Washington, Seattle, Washington.

Dr. Herbert C. Jones, Adjunct Professor, Department of Pathology and Anatomy, Morehouse School of Medicine, Atlanta, Georgia.

Dr. James A. McCoy, Professor, Department of Medical Education, Morehouse School of Medicine, Atlanta, Georgia

Dr. Allan Muth (jubilado), Truckee, California.

Dr. Douglas F. Paulsen, Professor, Department of Pathology and Anatomy, Morehouse School of Medicine, Atlanta, Georgia.

Dr. Lawrence W. Swan (fallecido), Department of Biology, San Francisco State University, San Francisco, California.

Agradezco mucho al Dr. H. Wayne Lambert (Professor of Neurobiology and Anatomy, West Virginia University School of Medicine) por sus extensas contribuciones a las *Preguntas de revisión* y muchas conversaciones útiles e interesantes sobre conceptos de anatomía.

Por último, deseo expresar mi profundo agradecimiento al personal de Wolters Kluwer por su gran ayuda y apoyo en la preparación de esta nueva edición. Mi especial agradecimiento a Crystal Taylor (editora principal de

adquisiciones) por la oportunidad de darme la autoría y la libertad de revisar todo lo que me pareció apropiado, a Kelly Horvath (editora de desarrollo independiente) por su labor excepcional de edición, y a Tim Rinehart (coordinador editorial) y Andrea Vosburgh (editora de desarrollo) por llevar este proyecto a su conclusión. También agradezco a Jen Clements por revisar las ilustraciones.

Prólogo a la edición en español

Los textos de anatomía que se han publicado o traducido al español a lo largo del siglo XX no diferenciaban si iban dirigidos a estudiantes o a profesionales. Y esos textos han estado influidos, o pertenecían, a las dos grandes escuelas de Anatomía que existían en el continente europeo, la escuela francesa y la escuela alemana, salvo excepciones, cuando se colaba alguna traducción de algún libro de la escuela británica.

En todas esas obras, el orden expositivo de los contenidos anatómicos era muy clásico, en la mayoría de los casos el orden ya apuntado por Vesalio, el de una anatomía sistemática, es decir, explicando primero los huesos y, luego, las articulaciones, músculos, vísceras, etcétera. Unos casos eran libros muy descriptivos (anatomía francesa), mientras otros eran más funcionales e incorporaban embriología e histología al contenido (anatomía alemana o británica).

Es importante destacar que la docencia de la anatomía hasta mediados del siglo XX era ejercida fundamentalmente por cirujanos o clínicos, pues no existía la figura del anatomista. Hasta la década de 1950, ocurrieron grandes avances médicos y quirúrgicos que exigieron que la mayoría de los cirujanos, que practicaban la anatomía, tuvieran que abandonar la misma, pues sus especialidades médicas o quirúrgicas les exigían una dedicación exhaustiva. Hubo grandes excepciones a lo mencionado en Francia, Reino Unido o Estados Unidos.

Al tiempo que los cirujanos fueron dejando de ser profesores de anatomía, la laguna se fue cubriendo por la llegada de licenciados procedentes de otras ramas del saber, fundamentalmente de las ramas de la biología. En los departamentos de anatomía se pasó poco a poco a investigar con un amplio espectro de material y métodos, y la disección y la clínica fueron quedando relegadas a un segundo plano. El mejor barómetro de esa evolución fueron los congresos de anatomía, que pasaron a ser congresos de una “anatomía molecular, celular, tisular” y en los que la anatomía clásica era residual.

El malestar de los profesores que persistían con la enseñanza de una anatomía clásica con orientación clínica, y que se sentían relegados en el foro de las sociedades anatómicas que ellos mismos crearon, pronto tuvo una respuesta. Dicha respuesta se produjo en julio de 1977 con la creación de la Sociedad Británica de Anatomía Clínica (BACA) e, inmediatamente después, en febrero

de 1983, con la creación de la Sociedad Americana de Anatomía Clínica (AACCA), ambas priorizando la alianza con cirujanos y clínicos para la docencia y la investigación. Más tarde, y demostrando que el problema era universal, se crea, en 1988, la Sociedad Europea de Anatomía Clínica (EACA). Los objetivos de estas sociedades son eternos: crear un foro para discutir entre clínicos que practican y enseñan anatomía con una profunda orientación clínica.

En ese marco social, se produce también la aparición de nuevas revistas y libros de anatomía que, con el título de “Anatomía Clínica”, se diferencian del resto de los libros clásicos que ya tuvieron su tiempo, y que ahora son imposibles de enseñar y exigir a nuestros alumnos.

Hay que decir que, a nivel internacional, todos los colegios profesionales y gobiernos recomiendan una reducción importante del conocimiento factual que se transmite a nuestros alumnos en favor de un mayor énfasis en la adquisición de habilidades y actitudes muy necesarias para su futuro desarrollo profesional.

En este contexto ya no tienen cabida los grades tratados de anatomía compuestos por varios volúmenes. Ya no hay tiempo para su estudio. Se necesita una anatomía en que la descripción de detalles sea la justa y necesaria para comprender la fisiología, la patología, la terapéutica o las pruebas de imagen que se realizan en la clínica. ¿Cómo se consigue eso? Para el libro que estoy prologando, como para muchos otros anatomistas del panorama internacional, entre los que me cuento yo mismo, abandonando la anatomía sistemática por otra descrita de forma regional, que es donde se manifiestan signos y síntomas o se realizan los abordajes quirúrgicos, con una clara renuncia a los detalles factuales que no tengan repercusión en la clínica. Esta anatomía no es nueva: ya existió a finales del *sigl* XIX con el nombre de *anatomía topográfica o medicoquirúrgica*.

El Profesor Richard S. Snell nace en el año 1925 en el Reino Unido. Se traslada a Estados Unidos en el año 1950, donde muere el 30 de enero del 2015 con 90 años de edad. Toda su vida profesional estuvo íntimamente vinculada a la historia reciente de la anatomía. Él supo entender, como pionero, que se había producido un cambio en el cambio de paradigma de una anatomía sistemática a una anatomía clínica o regional, y su obra es un claro ejemplo de esa evolución. Un buen ejemplo es esta 10.^a edición de su *Anatomía clínica por regiones*, publicada en 2019 y que él no puedo acabar, editada por Lawrence E. Wineski.

Los 12 capítulos de la obra se inician con una lista de objetivos y se desarrollan con unas descripciones rigurosas y sencillas en la que se hacen continuas referencias al interés clínico, a la función y a la embriología más relevante. Todo ello, adornado por unos dibujos muy didácticos, cuando no incorporando imágenes de superficie, radiológicas o disecciones.

En resumen, una gran obra, muy recomendable, para todos aquellos alumnos que estudian ciencias de la salud, como enfermeros, podólogos, fisioterapeutas, odontólogos, médicos, etcétera. Será el libro moderno que les motive y solucione conceptos y dudas que en las clases no hayan quedado suficientemente claros.

Jose R. Sañudo
Madrid, 29 de mayo de 2019

Contenido

CAPÍTULO 1	Introducción
CAPÍTULO 2	Espalda
CAPÍTULO 3	Miembro superior
CAPÍTULO 4	Tórax. Parte I: pared torácica
CAPÍTULO 5	Tórax. Parte II: cavidad torácica
CAPÍTULO 6	Abdomen. Parte I: pared abdominal
CAPÍTULO 7	Abdomen. Parte II: cavidad abdominal
CAPÍTULO 8	Pelvis. Parte I: paredes pélvicas
CAPÍTULO 9	Pelvis. Parte II: cavidad pélvica
CAPÍTULO 10	Periné
CAPÍTULO 11	Miembro inferior
CAPÍTULO 12	Cabeza y cuello

Índice alfabético de materias



Introducción

Un hombre de 65 años de edad ingresa al servicio de urgencias con molestias por la aparición repentina de un fuerte dolor opresivo en el tórax, que irradia hacia abajo, al brazo izquierdo, y hacia arriba, al cuello y la mandíbula. Durante la entrevista clínica, el paciente menciona haber experimentado otros episodios previos de dolor, al subir escaleras o trabajar en el jardín. En estas ocasiones anteriores, las molestias desaparecían tras 5 min de estar en reposo. No obstante, en esta ocasión, además de tener mayor malestar, éste presentó de modo espontáneo, mientras el paciente estaba sentado en una silla. Además, el dolor no cedió.

Los episodios iniciales de dolor fueron angina de pecho, un tipo de dolor cardíaco que aparece al hacer esfuerzos y desaparece con el reposo. El padecimiento sobreviene cuando la irrigación al miocardio disminuye debido al estrechamiento de las arterias coronarias. El paciente ha acabado sufriendo un infarto, durante el cual la circulación sanguínea coronaria disminuye o cesa de repente y el músculo cardíaco se degenera o muere. Dado que el infarto de miocardio es la principal causa de muerte en los países industrializados, los conocimientos sobre el aporte sanguíneo al corazón y la disposición anatómica de las arterias coronarias resultan fundamentales para el diagnóstico y el tratamiento del paciente.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Orientación general

Terminología anatómica

Anatomía básica

Piel

Fascia

Hueso

Cartílago

Articulaciones

Ligamentos

Bolsas articulares y vainas sinoviales

Músculo

Sistema nervioso

Vasos sanguíneos

Sistema linfático

Membranas mucosas y serosas

Efectos del sexo, la edad y la raza en la estructura

Técnicas de imagen

Radiografía convencional (rayos X)

Tomografía computarizada

Resonancia magnética

Ecografía

Técnicas de imagen en medicina nuclear

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es presentar la terminología más utilizada para describir la posición y los movimientos del cuerpo humano, así como algunas estructuras básicas del organismo (p. ej., piel, fascia, músculos, huesos) y los principios de las técnicas de imagen médica.

1. Definir la posición anatómica, los planos principales de sección y los principales términos de orientación utilizados en las descripciones anatómicas.
2. Definir los principales movimientos utilizados en las descripciones anatómicas.
3. Identificar los componentes de la piel y de sus anexos.
4. Identificar los tipos y la distribución de las fascias del cuerpo.
5. Identificar las características principales del hueso. Describir los sistemas de clasificación para organizar los huesos. Describir los procesos de desarrollo mediante los cuales se forman.
6. Identificar los principales tipos de cartílago las localizaciones habituales de cada uno de ellos.
7. Identificar los tipos principales de articulaciones y las estructuras típicas de cada grupo. Dar ejemplos de cada tipo de articulación. Identificar las estructuras responsables de mantener la estabilidad de las articulaciones.
8. Definir y distinguir una bolsa de una vaina sinovial.
9. Identificar los tres tipos de músculo y describir su estructura básica. Definir los términos utilizados para describir las acciones de los músculos esqueléticos. Describir los patrones de inervación del músculo esquelético. Describir los parámetros usados para nombrar a los músculos esqueléticos.
10. Identificar las principales subdivisiones del sistema nervioso. Describir los componentes de un nervio espinal típico e identificar su distribución.
11. Describir la organización general del sistema nervioso autónomo. Distinguir entre las vías y las divisiones simpática y parasimpática y los elementos preganglionares (presinápticos) y posganglionares (postsinápticos).
12. Definir *dermatoma* y contrastar esta definición con el territorio cutáneo de un nervio periférico.
13. Identificar los principales tipos de vasos sanguíneos y el papel funcional que desempeñan en el transporte de la sangre.
14. Identificar los componentes del sistema linfático. Reconocer las principales vías corporales de drenaje linfático.
15. Identificar las membranas mucosas y serosas y sus diferencias.
16. Describir las diferencias anatómicas relacionadas con el sexo, la edad y la raza.
17. Describir las principales etapas del desarrollo de un embrión. Distinguir entre ectodermo, endodermo y mesodermo e identificar los principales derivados de cada uno.
18. Identificar las principales técnicas de imagen y las características de las imágenes obtenidas con cada técnica.

ORIENTACIÓN GENERAL

La **anatomía** es la ciencia de la estructura y la función corporales. La **anatomía clínica** es el estudio de la estructura y la función corporales macroscópicas y su relación con la práctica de la medicina y otras ciencias de la salud.

Terminología anatómica

Para un estudiante es fundamental comprender los términos utilizados para

describir las estructuras de distintas regiones corporales. Sin estos términos es imposible describir la composición corporal de modo significativo. Los médicos también necesitan estos términos para registrar con precisión cualquier anomalía anatómica identificada durante la exploración clínica del paciente. El uso preciso de la terminología anatómica permite al personal sanitario comunicarse con sus colegas a nivel tanto nacional como internacional.

El uso de un diccionario especializado para entender la terminología anatómica, en lugar de memorizarla mecánicamente, puede ser de mucha utilidad en el proceso de aprendizaje. Sin términos anatómicos es imposible registrar o referirse con precisión al funcionamiento anómalo de las articulaciones, la acción de los músculos, la posición alterada de los órganos o la ubicación exacta de protuberancias y tumores.

Términos relacionados con la posición anatómica

La orientación y la organización espaciales son conceptos imprescindibles en anatomía, y la comprensión de las referencias geométricas estandarizadas que permiten describir de manera clara y uniforme la ubicación, las relaciones y los movimientos de las estructuras es también muy importante. Toda descripción del cuerpo humano se basa en una postura convencional de referencia conocida como **posición anatómica**. En esta, la persona se encuentra en posición erecta o de pie, con la cabeza dirigida hacia adelante, los miembros superiores a los lados, las palmas de las manos hacia adelante, los miembros inferiores juntos, las plantas de los pies sobre el suelo y los dedos de los pies hacia adelante (fig. 1-1). Toda descripción de dirección y movimiento se basa en esta postura. El cuerpo en posición anatómica se divide en cuatro planos geométricos, tres de los cuales forman ángulos rectos entre sí.

- El **plano sagital y medio** es vertical, atraviesa longitudinalmente el cuerpo y lo divide en dos mitades iguales, izquierda y derecha (véase fig. 1-1A).
- El **plano parasagital** es cualquier plano vertical paralelo al plano sagital y medio que divide el cuerpo asimétricamente en secciones izquierda y derecha.
- El **plano frontal (coronal)** es vertical y forma un ángulo recto con el plano sagital y medio. Divide el cuerpo en una parte anterior (frontal) y otra posterior (dorsal).
- El **plano horizontal** forma un ángulo recto tanto con el plano sagital y medio como con el coronal. Divide el cuerpo en las partes superior e inferior.
- El **plano transversal** es perpendicular al eje longitudinal de una estructura determinada y la divide transversalmente. Los términos *plano transversal* y *plano horizontal* suelen utilizarse de modo intercambiable. Sin embargo, no necesariamente son equivalentes. Considérese la diferencia entre los planos horizontal y transversal de la pierna y el pie o del abdomen y el tubo digestivo embrionario. Debe tenerse presente que, en estas regiones, dichos planos producen orientaciones muy distintas de las estructuras en cuestión.

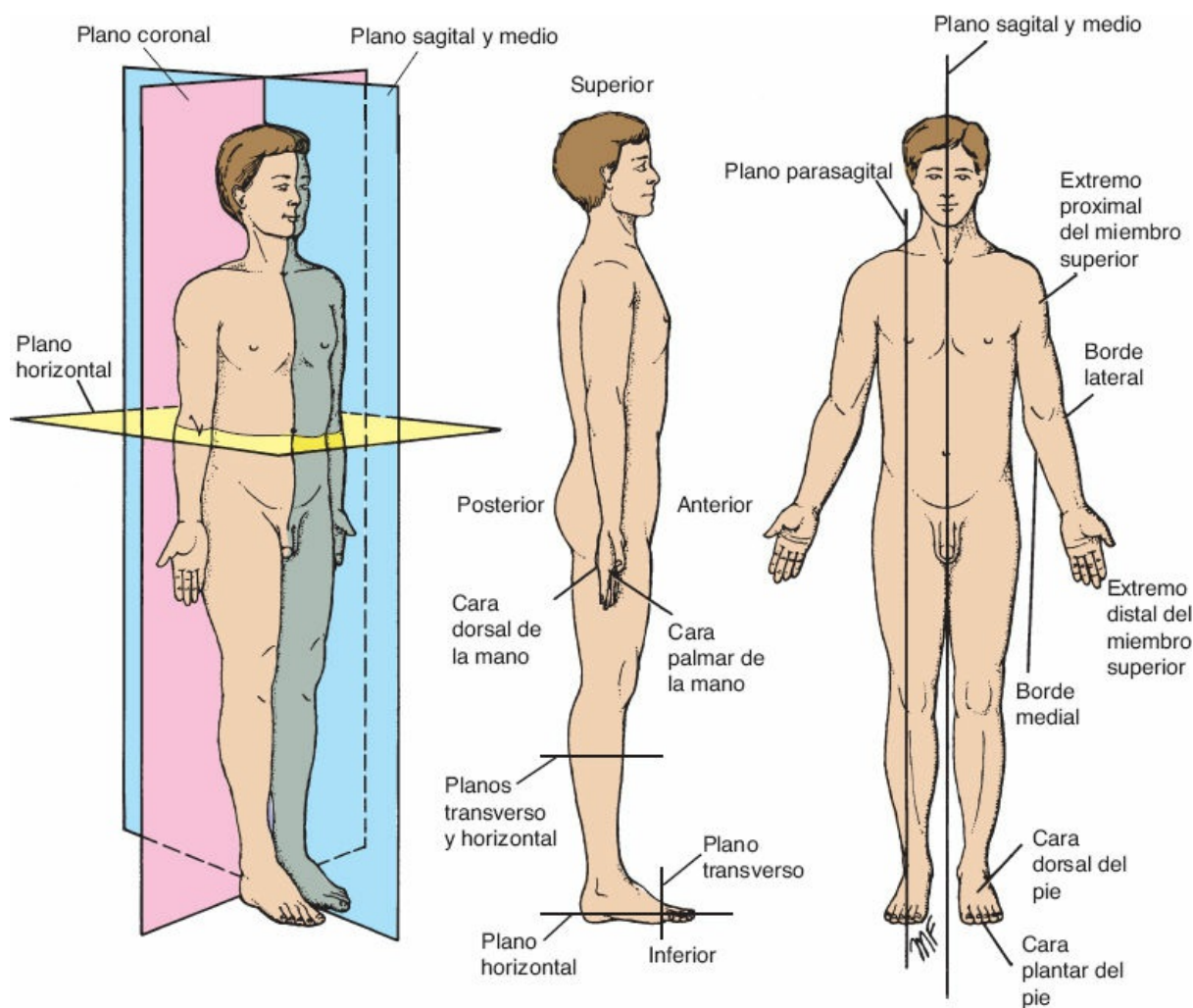


Figura 1-1 Términos anatómicos relacionados con la posición. Nótese que los individuos se encuentran de pie en posición anatómica.

A. Ilustración de los planos sagital y medio, coronal y horizontal. Nótese que estos planos forman ángulos de 90° entre sí. **B.** Vista lateral, que muestra los planos anatómicos y los términos de dirección. Nótese que los planos horizontal y transverso pueden ser equivalentes o no. **C.** Vista anterior, que muestra los planos de la sección y las direcciones anatómicas.

Los términos **anterior** (ventral) y **posterior** (dorsal) se refieren a las superficies frontal y dorsal del cuerpo, respectivamente (véase [fig. 1-1B](#)). Para describir la relación entre dos estructuras, se dice que una de ellas es anterior o posterior con respecto a la otra, según cual esté más cerca de la superficie anterior o posterior del cuerpo (p. ej., la nariz está en el lado anterior de la cabeza; los glúteos se localizan en el lado posterior del cuerpo). En el caso de la mano, los términos **cara palmar** y **cara dorsal** se usan en lugar de **anterior** y **posterior**, respectivamente. En el pie, **plantar** se refiere a la planta y **dorsal**, a la cara superior (véase [fig. 1-1C](#)).

Cuando una estructura está más cerca que otra del plano sagital y medio del cuerpo se dice que es **medial** a la otra. De forma similar, una estructura más alejada que otra del plano sagital y medio es **lateral** a la otra (p. ej. en la cabeza, los ojos son laterales a la nariz y la nariz es medial a los ojos).

Los términos **superior** (craneal o cefálico) e **inferior** (caudal) se refieren a

niveles elevados o bajos con respecto a los extremos superior e inferior del cuerpo (la cabeza se encuentra en el extremo superior del cuerpo, mientras que los pies se ubican en el extremo inferior).

Los términos ***proximal*** y ***distal*** se refieren a posiciones con respecto a la cara central, la raíz o el extremo unido de un punto de referencia. Lo proximal está más cerca de la cara central, y lo distal, más lejos (p. ej., en el miembro superior, el hombro es proximal al codo y la mano es distal al codo).

Los términos ***superficial*** y ***profundo*** se refieren a posiciones con respecto a la superficie del cuerpo o una estructura determinada. Lo superficial se encuentra más cerca de la superficie, y lo profundo, más alejado de esta (p. ej., la piel es superficial a las costillas, pero el corazón es profundo a las costillas).

Los términos ***interno*** y ***externo*** se utilizan para describir ubicaciones con respecto al centro de una estructura o espacio. Lo interno se encuentra dentro de la estructura y lo externo, fuera de esta (p. ej., la cavidad torácica es un espacio interno en el tronco, mientras que la piel es la capa externa).

Los términos ***ipsilateral*** (***homolateral***) y ***contralateral*** se refieren a posiciones relativas al lado del cuerpo. Lo ipsilateral se encuentra en el mismo lado que el punto de referencia, y lo contralateral, en el lado opuesto (p. ej., el ojo derecho es ipsilateral al oído derecho; no obstante, el ojo derecho es contralateral al oído izquierdo).

En posición ***supina***, el cuerpo está tendido boca arriba. En posición ***prona***, el cuerpo está recostado boca abajo.

Los términos ***aferente*** y ***eferente*** se utilizan para indicar la dirección en la que se mueve algo con respecto a un punto de referencia. ***Aferente*** significa hacia el punto de referencia; ***eferente***, en dirección opuesta (p. ej., la circulación sanguínea venoso es aferente al corazón, mientras que la arterial es eferente al corazón).

Términos relacionados con el movimiento

En el sistema musculoesquelético, el movimiento ocurre a nivel de las articulaciones (**fig. 1-2**). ***Articulación*** se refiere al sitio en el que dos o más huesos se articulan o unen. Algunas articulaciones carecen de movimiento (p. ej., suturas del cráneo), otras se mueven muy poco (p. ej., articulación tibiofibular) y un tercer grupo goza de libertad de movimiento (p. ej., hombro).

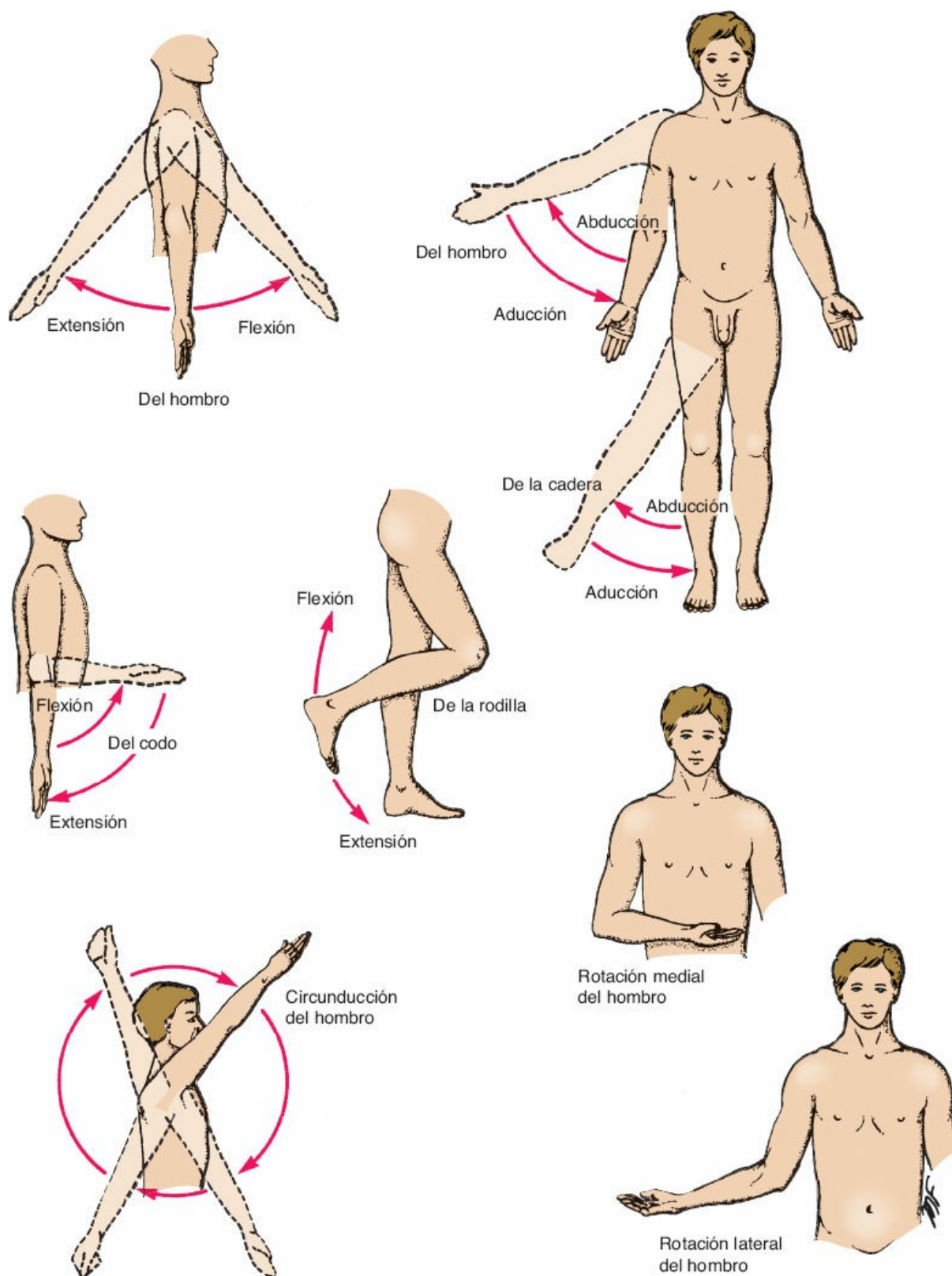


Figura 1-2 Algunos de los términos anatómicos utilizados en relación con el movimiento. Nótese la diferencia entre la flexión del codo y la de la rodilla.

Se entiende por **flexión** a la disminución (cierre) del ángulo de una articulación durante un movimiento realizado en el plano sagital. Se entiende por **extensión** al movimiento opuesto, en el que aumenta el ángulo de una articulación (se abre o estira) en el plano sagital (p. ej., al flexionar el codo, las

caras anteriores tanto del antebrazo como del brazo se aproximan; la extensión del codo es el movimiento opuesto). Los movimientos de flexión suelen darse en dirección anterior; sin embargo, a veces siguen una trayectoria posterior, como en el caso de la rodilla. En la flexión, los movimientos por lo general son más potentes, antigravitatorios, y dirigidos hacia la cara ventral embrionaria del cuerpo.

Dorsiflexión y **flexión plantar** son términos especiales utilizados para simplificar las descripciones de los movimientos del pie. La **dorsiflexión** (equivalente a la extensión) se refiere a la elevación de la cara dorsal del pie en dirección a la cresta tibial. En el caso de la flexión plantar (equivalente a la flexión), la planta del pie se mueve en dirección inferior, como ocurre al pararse de puntillas. Estos aspectos se abordarán con mayor profundidad en los capítulos sobre la espalda y los miembros.

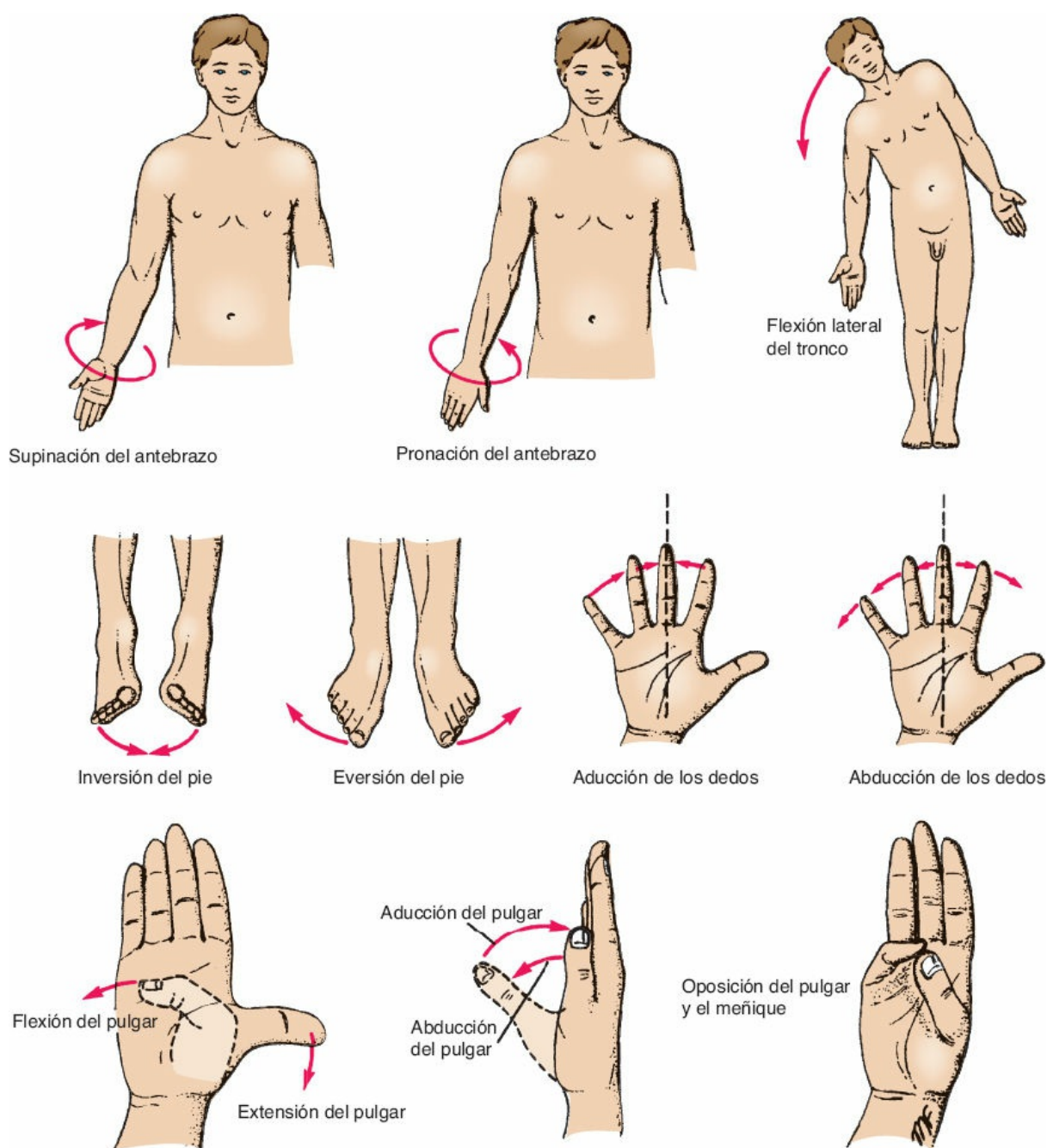


Figura 1-3 Términos anatómicos adicionales utilizados en relación con el movimiento.

Flexión lateral es un término impreciso que a veces se emplea en ciertos contextos clínicos para referirse a la inclinación hacia un costado del tronco en un plano coronal (fig. 1-3). Sin embargo, en esos casos es preferible hablar de *abducción*, término más correcto.

Abducción se refiere al movimiento de alejamiento de la línea media en el plano coronal. **Aducción** designa el movimiento de aproximación a la línea media en el plano coronal (véase fig. 1-2). En el caso de los dedos de manos y pies, *abducción* indica la separación de dichas estructuras, y *aducción*, su acercamiento. Los movimientos del pulgar (primer dedo), que resultan más complejos, se describen en el capítulo 3.

Inversión y **eversión** son términos especiales utilizados para describir ciertos movimientos del pie (véase fig. 1-3). En la inversión, la planta del pie gira hacia la línea media del cuerpo. La eversión es el movimiento opuesto, de modo que la planta del pie queda orientada en dirección lateral.

El término **rotación** se utiliza cuando una parte del cuerpo se mueve alrededor de su eje longitudinal con poco o nulo desplazamiento en el espacio. Se entiende por **rotación medial (interna)** al movimiento por el cual la cara anterior de un miembro se orienta medialmente; por otro lado, en la **rotación lateral (externa)**, la cara anterior de un miembro se orienta lateralmente (véase fig. 1-2).

La **circunducción** es una compleja secuencia de movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción y rotación. Al hacer este movimiento, se traza un cono imaginario en el espacio. El vértice de dicha figura se corresponde con la cavidad articular más proximal, y la base, con el extremo más distal del hueso o segmento del miembro. El movimiento de circunducción es fácil de imaginar en el hombro.

La **pronación** y la **supinación** son movimientos especiales del antebrazo en los que el radio se mueve alrededor de la ulna (véase fig. 1-3). En la pronación, el antebrazo gira medialmente de modo que la palma de la mano queda orientada posteriormente. Por otro lado, durante el movimiento de supinación, el antebrazo en pronación gira lateralmente de modo que la palma queda orientada en posición anatómica. Estos movimientos tienen un componente de rotación (en el extremo proximal del radio) y otro de circunducción (en el extremo distal del radio). En algunas fuentes se han descrito los movimientos de pronación y supinación del tobillo y el pie. Desde el punto de vista clínico, la pronación y la supinación del pie son movimientos complejos de la región del tobillo que incluyen flexión plantar, dorsiflexión, eversión e inversión. Los movimientos de pronación y supinación del antebrazo y el tobillo son muy diferentes y no deben confundirse.

El término **protrusión** se utiliza para indicar el movimiento anterior de una parte del cuerpo. **Retrusión** es el movimiento opuesto. Como ejemplo, considérense los movimientos hacia adelante y hacia atrás tanto de la mandíbula en la articulación temporomandibular (desplazamiento del mentón hacia delante)

como de la escápula sobre la caja torácica (movimiento hacia adelante para alcanzar un objeto).

Epónimos

Comités internacionales que reflejan los puntos de vista de varias asociaciones profesionales de anatomista han determinado la terminología anatómica internacional. Según una de las directrices utilizadas para producir esta *Terminología Anatómica*, no deben emplearse epónimos. En el ámbito de las ciencias, los epónimos son términos de identificación que incluyen el nombre de una persona (p. ej., amperio, voltio, foramen de Winslow, polígono de Willis). Sin embargo, estos se usan al azar, no transmiten información sobre la estructura en cuestión y suelen ser imprecisos desde el punto de vista histórico, pues en muchos casos no se rinde homenaje a la persona indicada (p. ej., François Poupert no fue el primero en describir el ligamento inguinal). Desafortunadamente, la utilización de epónimos en las ciencias biomédicas sigue siendo muy frecuente, particularmente en contextos clínicos. Las nuevas generaciones de anatomistas y profesionales de las ciencias de la salud deben adoptar la terminología oficial más reciente y evitar los epónimos en la medida de lo posible a fin de revertir esta tendencia.

ANATOMÍA BÁSICA

La **anatomía básica** se ocupa del estudio de la anatomía mínima indispensable para la comprensión general de la estructura y la función corporales.

Piel

La piel se divide en dos partes: la superficial, llamada **epidermis**, y la profunda, conocida como **dermis** (fig. 1-4). La epidermis es un epitelio estratificado con células que se aplanan conforme maduran y emergen a la superficie. En las palmas de las manos y las plantas de los pies, la epidermis es extremadamente gruesa, para poder tolerar el desgaste que ocurre en estas regiones. En otras áreas del cuerpo, como la superficie anterior del brazo, es delgada. La dermis está compuesta por tejido conjuntivo denso que contiene vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios. La piel presenta importantes variaciones en cuanto a grosor en las diferentes partes del cuerpo, con tendencia a ser más delgada en la superficie anterior que en la posterior. Asimismo, la piel de las mujeres es más delgada que la de los hombres. La dermis de la piel conecta con la fascia profunda subyacente o a los huesos a través de la **fascia superficial**, también conocida como *tejido subcutáneo*.

La piel sobre las articulaciones se dobla siempre en el mismo lugar, el **pliegue cutáneo** (fig. 1-5). En estos sitios, la piel es más delgada que en cualquier otro lugar, y se une con firmeza a las estructuras subyacentes mediante fuertes bandas de tejido fibroso.

Los anexos cutáneos son las uñas, los folículos pilosos, las glándulas

sebáceas y las glándulas sudoríparas.

Las **uñas** son láminas queratinizadas en la cara dorsal de las puntas de los dedos de las manos y los pies. El borde proximal de la lámina constituye la **raíz** de la uña. Salvo por el borde distal de la lámina, la uña está rodeada y cubierta parcialmente por pliegues cutáneos denominados **pliegues ungueales**. La superficie cutánea que yace debajo de la uña se conoce como **lecho ungueal**.

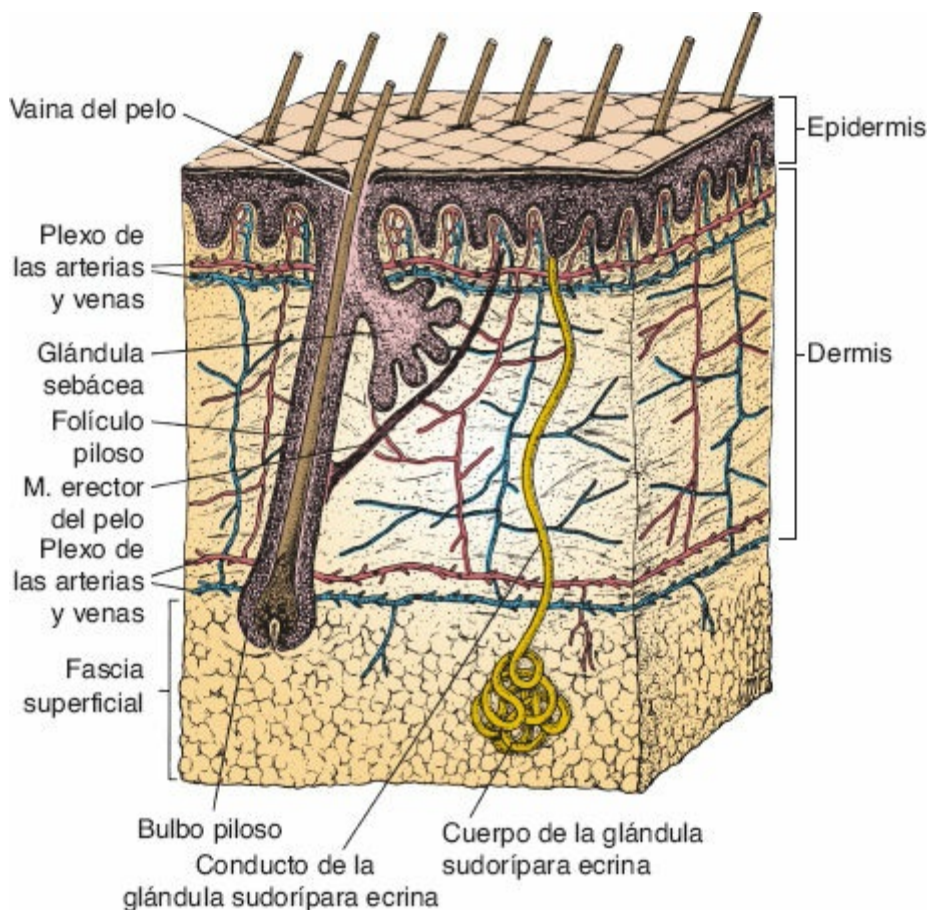


Figura 1-4 Estructura general de la piel y su relación con la fascia superficial. Nótese que, mientras los folículos pilosos se extienden hacia la capa profunda de la dermis o dentro de la fascia superficial, las glándulas sudoríparas se extienden profundamente en la fascia superficial.

El **pelo** nace en los **folículos**, invaginaciones de la epidermis en la dermis (véase fig. 1-4). Los folículos yacen oblicuamente a la superficie cutánea, y sus extremos ensanchados, llamados **bulbos capilares**, penetran en la capa profunda de la dermis. Los extremos de los bulbos capilares son cóncavos, y las concavidades alojan tejido conjuntivo vascular, conocido como la **papila del pelo**. Un haz de músculo liso, el **músculo erector del pelo**, se extiende desde la parte profunda del folículo hasta la capa superficial de la dermis. El músculo está inervado por fibras de nervios simpáticos, y su contracción da lugar a que el pelo se enderece; también comprime la glándula sebácea, lo cual hace que esta expulse parte de su contenido. La contracción muscular también eriza la superficie de la piel, fenómeno conocido como **piel de gallina**. El pelo se distribuye en cantidad variable por toda la superficie corporal, salvo en los labios, las palmas de las manos, las caras laterales de los dedos, el glande del

pene y el clítoris, los labios menores y la superficie interna de los labios mayores, las plantas de los pies y las caras laterales de estos y de los dedos.

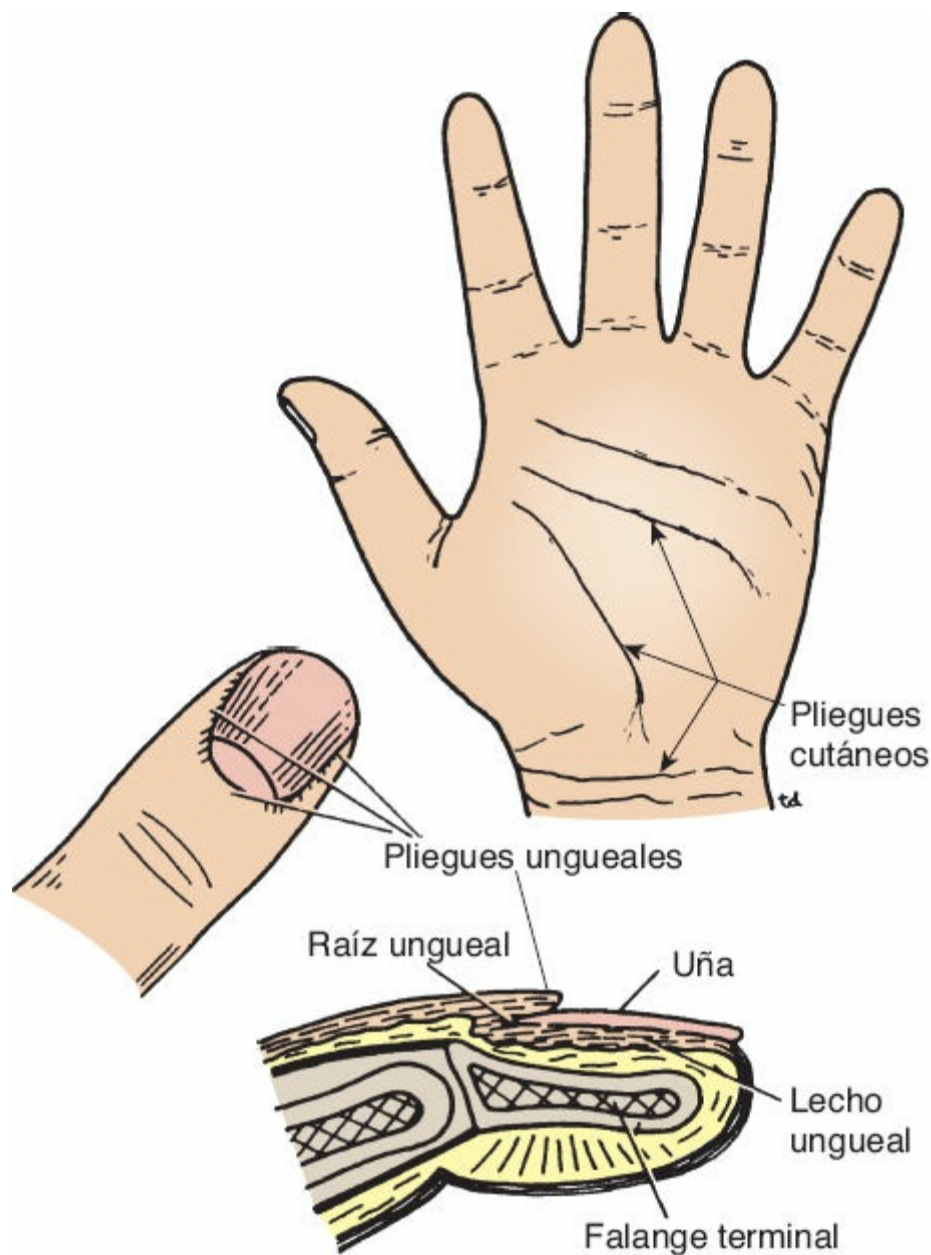


Figura 1-5 Pliegues cutáneos de la cara palmar de la mano y de la cara anterior de la articulación de la muñeca. También se presenta la relación de la uña con otras estructuras del dedo.

Las **glándulas sebáceas** secretan **sebo** en el tallo del pelo en su paso a través del cuello del folículo. Las glándulas sebáceas se localizan en la dermis, sobre la cara inferior del folículo, que permanece inclinada. El *sebo* es un material de textura grasa que ayuda a mantener la flexibilidad del cabello que empieza a salir. También lubrica la superficie de la epidermis alrededor de la abertura del folículo.

Las **glándulas sudoríparas** son estructuras largas, tubulares y de forma espiral; se distribuyen a través de toda la superficie corporal, con excepción de los bordes rojos de los labios (vermellón), los lechos ungueales, el glande del

pene en el hombre y el clítoris en la mujer. Estas glándulas se extienden por todo el espesor de la dermis, y sus extremos pueden alcanzar la fascia superficial. Las glándulas sudoríparas son, por lo tanto, las más penetrantes de todas las estructuras epidérmicas.



Notas clínicas

Infecciones cutáneas

Los pliegues ungueales, los folículos pilosos y las glándulas sebáceas son sitios propicios para que microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus* penetren en los tejidos subyacentes. Las infecciones de la región entre la uña y el pliegue ungueal reciben el nombre de **paroniquia**. Las infecciones del folículo piloso y la glándula sebácea suelen producir el **furúnculo** común. El **ántrax** es una infección estafilocócica de la fascia superficial que suele afectar la nuca y que al inicio se presenta como una infección en uno o varios folículos pilosos.

Quiste sebáceo

Los **quiste sebáceos** se producen por obstrucciones en la desembocadura de los conductos sebáceos y pueden originarse como consecuencia de una infección o daño al peinarse. Suelen afectar el cuero cabelludo.

Shock

Los pacientes en estado de **shock** adquieren un aspecto pálido y piel de gallina como resultado de la hiperactividad del sistema simpático, lo cual produce vasoconstricción de las arteriolas dérmicas y contracción de los músculos erectores del pelo.

Quemaduras dérmicas

La profundidad de una quemadura determina el método y la velocidad de la curación. En una quemadura superficial (primer y segundo grado) curan a partir de las células de los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y sudoríparas y las células de los bordes de la quemadura. Las quemaduras cuya profundidad rebasa el nivel de las glándulas sudoríparas sanan lentamente y solo a partir de los bordes. El tejido fibroso en los márgenes de la quemadura produce contracturas considerables en la herida. Es habitual realizar injertos en las quemaduras profundas para acelerar el proceso de recuperación y reducir la incidencia de contracturas.

Injertos cutáneos

Existen dos tipos principales de injerto: los de espesor parcial y los de espesor total. En un **injerto de espesor parcial**, la mayor parte de la epidermis, incluidos los extremos de las papilas dérmicas, se retira del sitio donante y se coloca en el receptor. Así, se conservan las células epidérmicas a los lados de las papilas dérmicas y las células de los folículos pilosos y glándulas sudoríparas en el sitio donante, para su posterior reparación.

Un **injerto de espesor total** incluye epidermis y dermis. Para que el injerto sobreviva en el sitio receptor, es necesario restablecer rápidamente la circulación. El sitio donante suele cubrirse con un injerto de espesor parcial. En algunas circunstancias, los injertos de espesor total adoptan la forma de injertos pediculados, es decir, se usan colgajos de piel de espesor total, se giran y se suturan en el sitio receptor. De este modo, los vasos que irrigan la base del colgajo en el sitio donante quedan intactos. Una vez establecido el nuevo aporte de sangre del injerto, se corta la conexión.

Fascia

La **fascia** es el tejido conjuntivo que reviste el cuerpo por debajo de la piel;

también envuelve y separa músculos individuales, grupos musculares y órganos más profundos. Se trata de vainas de tejido conjuntivo que mantiene unidas las estructuras corporales en conjuntos organizados. Las fascias del cuerpo pueden dividirse en dos tipos: superficial y profunda.

La **fascia superficial**, o **tejido subcutáneo**, es una mezcla de tejido conjuntivo laxo y adiposo que une la dermis de la piel con la fascia profunda subyacente (fig. 1-6). En el cuero cabelludo, la nuca, las palmas de las manos y las plantas de los pies, contiene numerosos haces de fibras de colágeno que mantienen la piel adherida firmemente a las estructuras profundas. Los párpados, los pabellones auriculares, el pene, el escroto y el clitoris carecen de tejido adiposo.

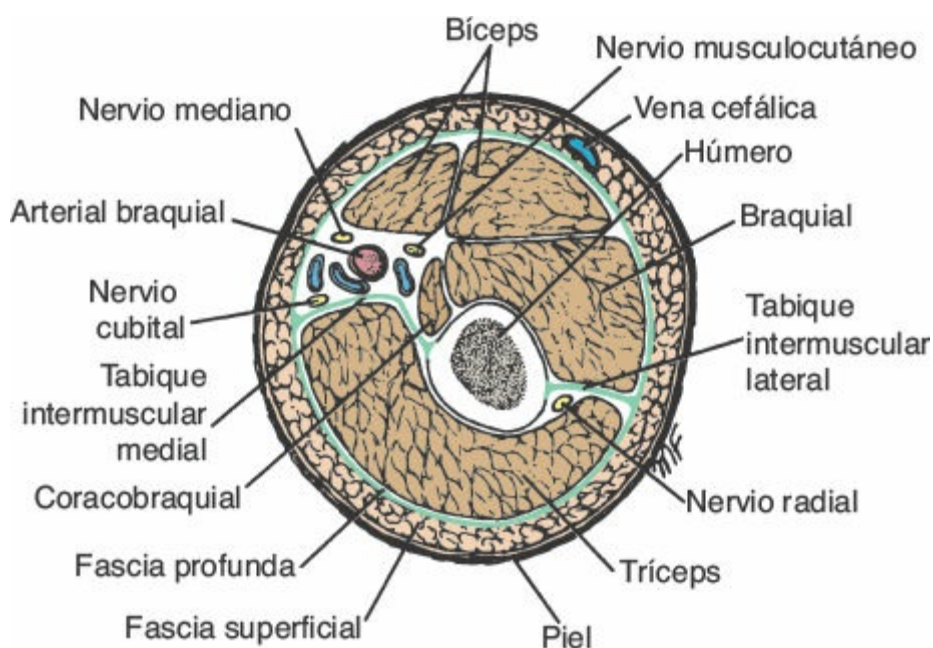


Figura 1-6 Sección en el tercio medio del brazo derecho, que muestra la disposición de las fascias superficial y profunda. Nótese cómo extensiones profundas de la fascia profunda se extienden entre grupos musculares y forman tabiques intermusculares, que dividen el brazo en compartimentos fasciales.

La **fascia profunda** (fascia muscular; fascia visceral) es una capa membranosa de tejido conjuntivo que reviste los músculos y otras estructuras profundas. En el cuello, forma capas bien definidas que desempeñan una función importante al determinar la trayectoria elegida por un microorganismo patógeno para propagar una infección. En el tórax y el abdomen, no es más que una delgada película de tejido areolar que cubre músculos y aponeurosis. En los miembros, forma una vaina definida alrededor de los músculos y otras estructuras para mantenerlos en su lugar. Tabiques fibrosos se extienden desde la superficie profunda de la fascia entre grupos de músculos; en muchos sitios, dividen el interior de los miembros en compartimentos. En la región de las articulaciones, la fascia profunda puede ensancharse considerablemente para formar bandas delimitadoras denominadas **retináculos** (fig. 1-7). La función de estas bandas es mantener los tendones subyacentes en su posición o actuar de

poleas, alrededor de las cuales los tendones pueden moverse.

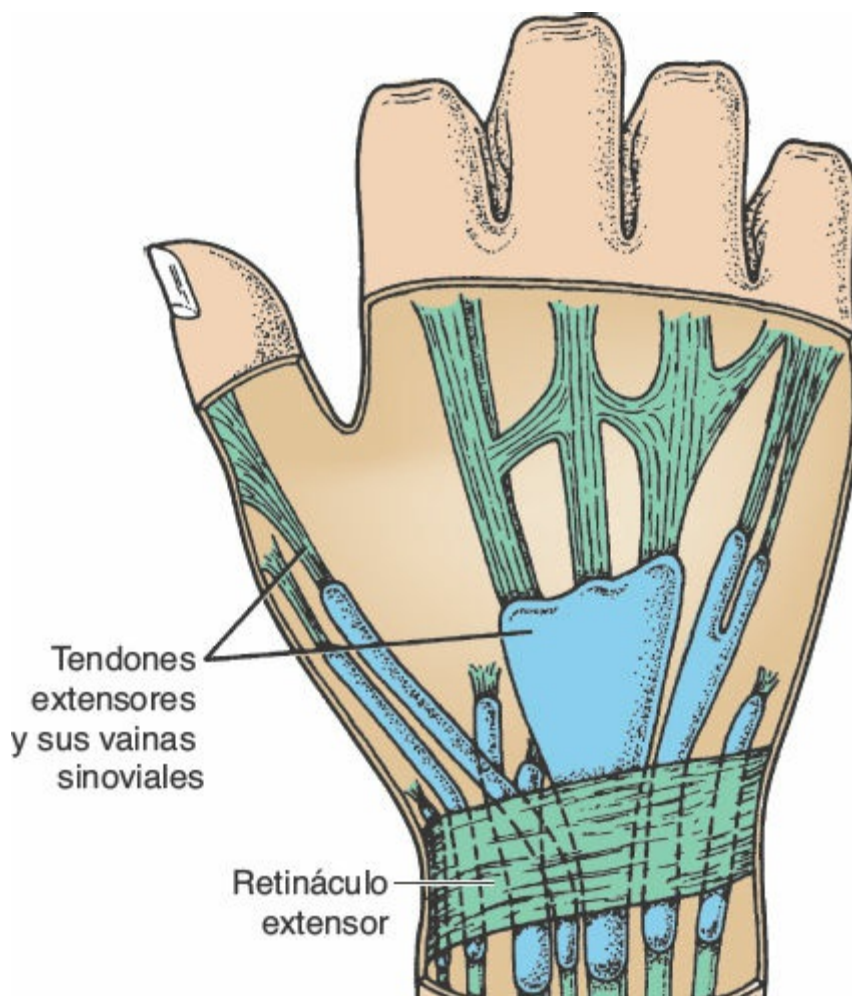


Figura 1-7 El retináculo extensor en la superficie posterior de la muñeca sostiene los tendones subyacentes de los músculos extensores.



Notas clínicas

Fascias e infección

Poseer información con respecto a la disposición de las fascias profundas suele ser útil para identificar la trayectoria que sigue una infección al propagarse desde su lugar de origen. Por ejemplo, en el cuello, los distintos planos fasciales determinan cómo se extiende una infección del suelo de la boca a la laringe o de la base del cráneo a la cavidad torácica.

Hueso

El hueso es un tejido vivo capaz de modificar su estructura cuando se le aplica una fuerza. Como otros tipos de tejido conjuntivo, consta de células, fibras y matriz. Es duro debido a la calcificación de su matriz extracelular, y posee cierto grado de elasticidad debido a la presencia de fibras orgánicas. El hueso desempeña una función de protección. Por ejemplo, el cráneo y la columna

vertebral protegen al cerebro y a la médula espinal de lesiones; el esternón y las costillas protegen a las vísceras alojadas en el tórax y en la región abdominal superior (fig. 1-8). El hueso sirve de palanca, como puede observarse en los huesos largos de los miembros, y también almacena una importante cantidad de sales de calcio. Internamente, el hueso aloja y protege la delicada médula ósea, que participa en la formación de la sangre.

Una gruesa capa de tejido fibroso denominado *periostio* reviste todas las superficies óseas, a excepción de las superficies articulares. El periostio está muy vascularizado, y las células de su superficie profunda son osteogénicas. El periostio se adhiere particularmente bien al hueso en sitios donde los músculos, los tendones y los ligamentos se unen al hueso. Haces de fibras de colágeno, conocidas como *fibras de Sharpey*, se extienden desde el periostio hasta el hueso subyacente. El periostio recibe inervación de una gran cantidad de nervios, por lo que es muy sensible a traumatismos.

Los dos tipos de hueso son el hueso compacto y el hueso esponjoso. El hueso compacto es una masa sólida, mientras que el esponjoso está formado por una red ramificada de **trabéculas** (fig. 1-9). Las trabéculas están dispuestas de modo que permiten resistir la tracción y la sobrecarga mecánicas.

Clasificación de los huesos

Los huesos pueden clasificarse por regiones o de acuerdo con su forma. En el sistema de clasificación por regiones (tabla. 1-1), los huesos se dividen en dos grupos principales: esqueleto axial y esqueleto apendicular. El **esqueleto axial** está compuesto por los elementos que forman el eje central del cuerpo. El **esqueleto apendicular** se compone de los huesos de los miembros, incluidos los que constituyen las cinturas escapular y pélvica.

En el sistema de clasificación de acuerdo con la forma, los huesos se organizan en cinco categorías: largos, cortos, planos, irregulares y sesamoideos.

Huesos largos

Los huesos largos se encuentran en los miembros (p. ej., húmero, fémur, metacarpiano, metatarsiano, falanges). Son más largos que anchos (véase fig. 1-9A). Poseen una estructura de forma tubular, la *diáfisis*, y por lo general una epífisis en cada extremo. Durante la fase de crecimiento, un cartílago epifisario separa la diáfisis de la epífisis. La parte de la diáfisis adyacente al cartílago epifisario recibe el nombre de *metáfisis*. La diáfisis posee una cavidad central, donde se encuentra la médula ósea. La superficie externa de la diáfisis está formada por hueso compacto revestido de periostio. Los extremos de los huesos largos están compuestos por hueso esponjoso cubierto por una delgada capa de hueso compacto. Las superficies articulares de los extremos de los huesos están revestidas de cartílago hialino.

Huesos cortos

Los huesos cortos se encuentran en la mano y el pie (p. ej., escafoides, hueso

semilunar, talo y calcáneo). A grandes rasgos, su aspecto es cuboideo y están compuestos de hueso esponjoso revestido por una delgada capa de hueso compacto. Los huesos cortos están revestidos de periostio; las superficies articulares, de cartílago hialino.

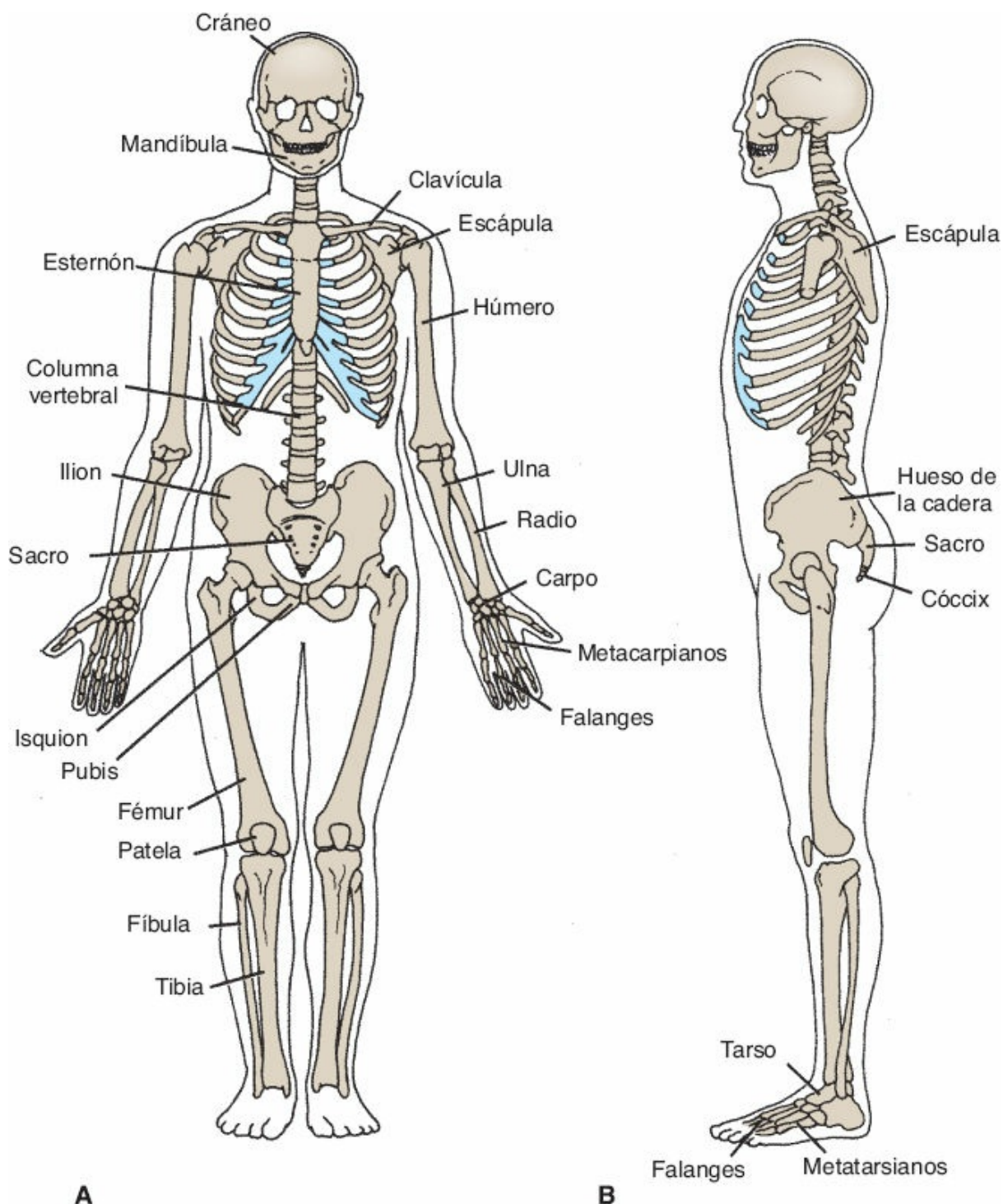


Figura 1-8 El esqueleto. **A.** Vista anterior. **B.** Vista lateral desprovista de casi todo el miembro superior.

Huesos planos

Los huesos planos se encuentran en la bóveda craneal (p. ej., huesos frontal y

parietal). Están compuestos por capas internas y externas de hueso compacto, las **tablas**, separadas por una capa de hueso esponjoso, el **diploe** (véase [fig. 1-9C](#)). A pesar de su forma irregular, las escápulas pertenecen a este grupo.

Huesos irregulares

Los huesos irregulares son todos aquellos no incluidos en ninguno de los grupos anteriores (p. ej., huesos del cráneo, vértebras, huesos de la pelvis). Están compuestos por una delgada capa de hueso compacto y su interior está constituido por hueso esponjoso (véase [fig. 1-9B](#)).

Huesos sesamoideos

Los huesos sesamoideos se desarrollan en ciertos tendones, donde estos pasan en contacto con una articulación. Casi todo el hueso se encuentra en el interior del tendón, y la superficie libre está revestida de cartílago. La patela, localizada en el tendón del cuádriceps femoral, es el hueso sesamoideo más grande (véase [fig. 1-9D](#)). Otros ejemplos se encuentran en los tendones de los músculos flexor corto del pulgar (primer dedo de la mano) y flexor corto del primer dedo del pie. La función de un hueso sesamoideo es disminuir la fricción del tendón; asimismo, puede alterar la dirección de tracción de la estructura.

Relieves óseos superficiales

Los huesos suelen presentar diversos relieves superficiales o características irregulares. Su superficie se eleva o se torna rugosa en los sitios de unión de fascias, ligamentos, tendones o aponeurosis. Estos rasgos irregulares no existen al nacer, sino que aparecen en la pubertad y se vuelven cada vez más evidentes durante la vida adulta. Las tracciones producidas por estas estructuras fibrosas elevan el periostio, por debajo del cual se deposita tejido óseo nuevo. En algunas situaciones, los relieves superficiales de los huesos son de gran tamaño y reciben nombres especiales. En la [tabla. 1-2](#) resumen los relieves más importantes.

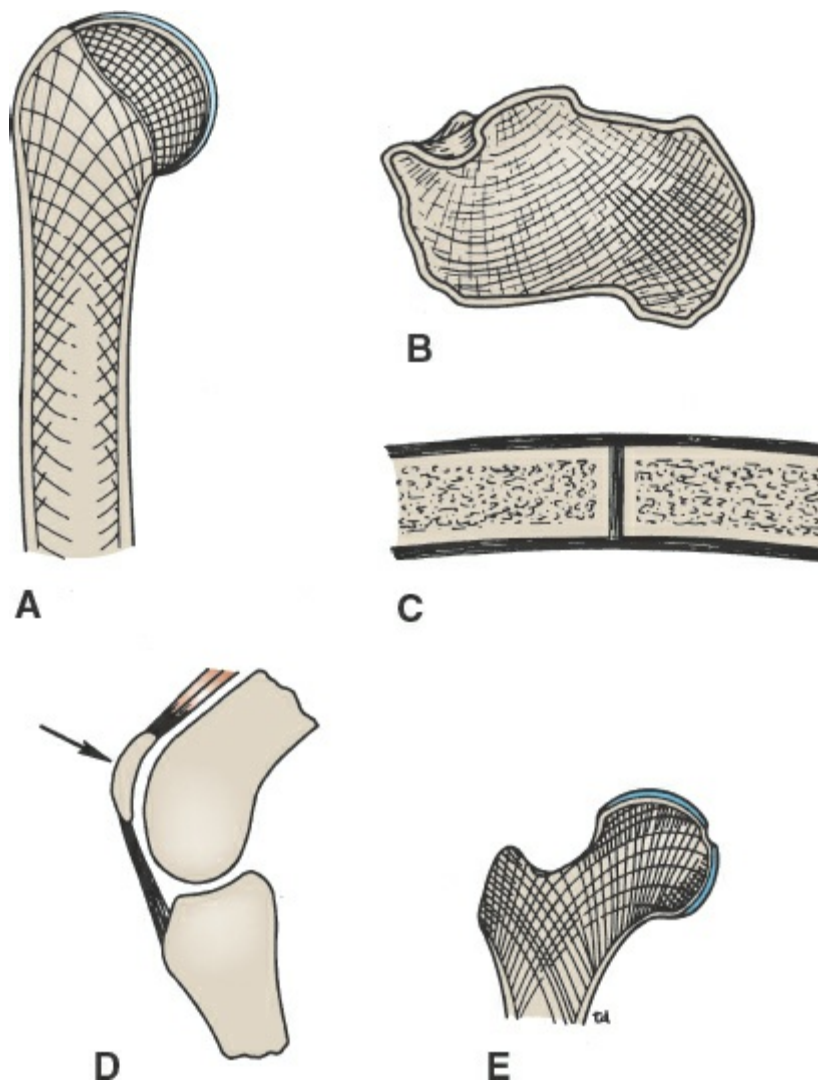


Figura 1-9 Secciones de diferentes tipos de huesos **A.** Hueso largo (húmero). **B.** Hueso corto (calcáneo). **C.** Hueso plano (dos huesos parietales separados por la sutura sagital). **D.** Hueso sesamoideo (patela). **E.** Nótese la disposición de las trabéculas, que actúan como pilares para resistir las fuerzas tanto de compresión como de tracción en el extremo superior del fémur.

Tabla 1-1 Clasificación de los huesos por regiones

REGIÓN DEL ESQUELETO	NÚMERO DE HUESOS (ADULTO)
I. Esqueleto axial	
Cráneo	
Bóveda craneal	8
Cara	14
Huesecillos del oído	6
Hioides	1
Vértebras (incluidos sacro y cóccix)	26
Esternón	1
Costillas	24

II. Esqueleto apendicular

Cintura escapular	
Clavícula	2
Escápula	2
Miembros superiores	
Húmero	2
Radio	2
Ulna	2
Huesos carpianos	16
Huesos metacarpianos	10
Falanges	28
Cintura pélvica	
Hueso coxal	2
Miembros inferiores	
Fémur	2
Patela	2
Fíbula	2
Tibia	2
Huesos tarsianos	14
Huesos metatarsianos	10
Falanges	28

En cada uno de los siguientes capítulos se incluye una descripción completa de los huesos de la región en cuestión y de sus características más importantes. Evite que el aprendizaje de este material se convierta en un tortuoso ejercicio de memorizar palabras mecánicamente y sin sentido. Para apreciar con mayor claridad la aplicación de la anatomía, intente entender la terminología. Lo más importante al examinar los huesos en sí es plantearse preguntas funcionales como las siguientes: ¿Este elemento se ubica a la derecha o a la izquierda? ¿Qué se articula con esta estructura/área? ¿Qué se inserta en esta estructura? ¿Esta estructura es palpable? ¿Es posible identificar esta estructura en una radiografía convencional? ¿Hay alguna relación neurovascular importante en esta región/estructura?

Médula ósea

La médula ósea se aloja en la cavidad medular de los huesos largos y cortos y en los intersticios del hueso esponjoso de los huesos planos e irregulares. La médula de todos los huesos es roja y hematopoyética al momento del nacimiento. No obstante, esta actividad de formación de sangre disminuye gradualmente con la edad, y la médula roja es reemplazada por la médula amarilla. Esta última comienza a aparecer en los huesos distales de los miembros en torno a los 7 años de edad y avanza poco a poco en dirección proximal de modo que, al llegar a la edad adulta, la médula roja queda restringida a los huesos del cráneo, la columna vertebral, la caja torácica, los huesos de las cinturas escapular y pélvica, y las cabezas del fémur y el húmero.

Desarrollo de los huesos

El hueso se desarrolla mediante dos procesos: membranoso y endocondral. En el proceso de **formación membranoso**, el hueso se desarrolla directamente de una membrana de tejido conjuntivo. En el proceso de **formación endocondral**, primero se forma un molde cartilaginoso que, posteriormente, es sustituido por hueso. Para mayor detalle sobre los cambios celulares correspondientes, consulte un libro de texto de histología o embriología.

Tabla 1-2 Marcas en la superficie ósea

MARCA ÓSEA	EJEMPLO
Elevación lineal	
Línea	Línea superior de la nuca en el hueso occipital
Eminencia	Eminencia occipital
Cresta	Cresta ilíaca del hueso de la cadera
Elevación redonda	
Tubérculo	Tubérculo del pubis
Protuberancia	Protuberancia occipital externa
Tuberosidad	Tuberosidad ciática
Maléolo	Maléolo medial (tibia), maléolo lateral (fibula)
Trocánter	Trocánter mayor y menor del húmero
Elevación angulosa	
Proceso o apófisis espinoso	Espina ciática, proceso espinoso
Proceso estiloides	Proceso estiloides del hueso temporal
Extremos ensanchados con función articular	
Cabeza	Cabeza del húmero, cabeza del fémur
Cóndilo	Cóndilos lateral y medial del fémur (proceso con forma de nudillo)
Epicóndilo (eminencia superior a un cóndilo)	Epicóndilos medial y lateral del fémur
Pequeña área plana con función articular	
Cara, carilla o fosita	Cara sobre la cabeza de una costilla para articularse con el cuerpo vertebral
Depresiones	
Escotadura	Escotadura ciática mayor del hueso de la cadera
Surco	Surco bicipital del húmero
Fosa	Fosa del olécranon del húmero, fosa acetabular del hueso de la cadera
Aberturas	
Fisura	Fisura orbitaria superior
Foramen	Foramen infraorbitario del maxilar

Conducto	Conducto carotídeo del hueso temporal
Meato	Meato nasal inferior

En el embrión, los huesos de la bóveda craneal se desarrollan rápidamente mediante el proceso de formación membranosa, lo cual permite proteger el cerebro subyacente en desarrollo. Al momento del nacimiento, aún quedan pequeñas áreas de membrana entre los huesos. Esto es importante desde el punto de vista clínico porque aporta cierto grado de movilidad a los huesos, de modo que el cráneo pueda moldearse al descender por las vías inferiores del aparato genital femenino.

Los huesos largos de los miembros se desarrollan mediante un lento proceso de osificación endocondral, que finaliza hasta los 18-20 años o incluso después. El centro de formación ósea en el eje del hueso es la **diáfisis**; los centros de formación ósea en los extremos de los huesos son las **epífisis**. La placa de cartílago, que yace entre la epífisis y la diáfisis de un hueso en crecimiento, se conoce como **lámina epifisaria**. La **metáfisis** es la parte de la diáfisis que se apoya en la lámina epifisaria.

Cartílago

El *cartílago* es una forma de tejido conjuntivo cuyas células y las fibras están contenidas en una matriz gelatinosa. Las fibras del cartílago aportan firmeza y resistencia. Una membrana fibrosa, el **pericondrio**, reviste el cartílago con excepción de las superficies expuestas de las articulaciones. De los tres tipos de cartílago, el hialino y el fibrocartílago tienden a osificarse, e incluso osificarse, en etapas posteriores de la vida.

- El **cartílago hialino** tiene una elevada proporción de matriz amorfa, cuyo índice de refracción es igual al de las fibras en su interior. Durante la infancia y la adolescencia, desempeña una función destacada en el crecimiento de los huesos largos (las láminas epifisarias se componen de cartílago hialino). Posee gran resistencia al desgaste y reviste las superficies articulares de casi todas las articulaciones sinoviales. El cartílago hialino no puede repararse si se fractura; en ese caso, el espacio resultante se llena de tejido fibroso.
- El **fibrocartílago** posee muchas fibras de colágeno dentro de una pequeña cantidad de matriz; se encuentra en los discos dentro de las articulaciones (p. ej., articulación temporomandibular, articulación esternocla vicular, rodilla) y en las superficies articulares de la clavícula y la mandíbula. En caso de daño, el fibrocartílago tiene la capacidad de repararse lentamente, similar a lo que ocurre con el tejido fibroso en otros sitios. Los discos articulares reciben poco aporte de sangre y, por lo tanto, no se reparan cuando hay una lesión.
- El **cartílago elástico** posee numerosas fibras elásticas dentro de una matriz, haciéndola flexible. Se encuentra en el pabellón auricular, en el conducto auditivo externo, en la trompa auditiva y en la epiglotis. En caso de daño, el cartílago elástico se repara con tejido fibroso.



Notas clínicas

Fracturas óseas

Inmediatamente después de sufrir una fractura, el paciente experimenta dolor local intenso y es incapaz de utilizar la parte lesionada. Las deformidades se hacen evidentes cuando hay desplazamiento de fragmentos de hueso. El grado de deformidad y la trayectoria de los fragmentos óseos no solo depende del mecanismo de la lesión, sino también de la tracción de los músculos unidos a los fragmentos. Las uniones ligamentosas también influyen en la deformidad. En algunas situaciones, como en las fracturas del ilion, no se produce deformidad dado que los amplios orígenes de los músculos actúan como escayolas sobre las superficies interior y exterior del hueso. En cambio, las fracturas en el cuello del fémur producen un desplazamiento considerable. Los fuertes músculos del muslo tiran del fragmento distal hacia arriba, de modo que se acorta la pierna. Los potentes músculos rotadores laterales giran lateralmente el fragmento distal, de modo que los pies quedan mirando a un lado.

Las fracturas óseas vienen acompañadas de hemorragias profusas entre los extremos del hueso y en los tejidos blandos circundantes. Los vasos sanguíneos y los fibroblastos y osteoblastos del periostio y el endostio participan en el proceso de reparación.

Raquitismo

Se entiende por *raquitismo* a la mineralización defectuosa de la matriz de cartílago en los huesos en crecimiento. Este defecto hace que las células cartilaginosas sigan creciendo, lo cual genera un exceso de cartílago y ensancha las láminas epifisarias. La matriz cartilaginosa poco mineralizada y la matriz osteoide son blandas y se doblan al sostener cargas pesadas por el esfuerzo que supone esta actividad. Entre las deformaciones resultantes se incluyen el engrosamiento de las uniones costocondrales, el arqueamiento de los huesos largos de los miembros inferiores y la aparición de prominencias en los huesos frontales del cráneo. También puede haber deformidades de la pelvis.

Trastornos de la lámina epifisaria

Los trastornos de la lámina epifisaria afectan solo a niños y adolescentes. La placa epifisaria es la parte del hueso en crecimiento encargada de determinar la longitud final del mismo. Distintos factores, como traumatismos, infecciones, dieta, actividad física y trastornos endocrinos pueden alterar el crecimiento de la lámina de cartílago hialino, lo cual origina deformidad y pérdida de la función. En el caso del fémur, por ejemplo, la epífisis proximal puede desplazarse como resultado de estrés mecánico o cargas demasiado pesadas. La longitud de los miembros puede aumentar excesivamente debido a un incremento de la vascularización en la región de la lámina epifisaria, atribuible a la presencia de una infección o de tumores. También puede ocurrir lo contrario: acortamiento de un miembro debido a la reducción del aporte de sangre a la lámina epifisaria.

Articulaciones

El sitio de unión de dos o más huesos, ya sea con o sin movimiento entre estos, se conoce como *articulación*.

Clasificación de las articulaciones

Hay tres tipos principales de articulaciones, definidas según el tejido ubicado en el **espacio articular** entre los huesos: articulaciones fibrosas, cartilaginosas y sinoviales (véase [fig. 1-10](#)).

Articulaciones fibrosas

En las articulaciones fibrosas, las superficies articulares de los huesos están

unidas estrechamente por tejido fibroso que llena el espacio articular. Por ello, en estas articulaciones hay muy poco movimiento. Las suturas de los huesos de la bóveda craneal y las articulaciones tibiofibulares inferiores son ejemplos de articulaciones fibrosas.

Articulaciones cartilaginosas

En las articulaciones cartilaginosas, una almohadilla cartilaginosa ocupa el espacio entre las superficies articulares óseas. La sincondrosis y la sínfisis son los dos tipos de articulaciones cartilaginosas. La **sincondrosis** es una articulación cartilaginosa en la que los huesos están unidos por una lámina de cartílago hialino. La lámina epifisaria entre la epífisis y la diáfisis de un hueso en crecimiento es una forma temporal de sincondrosis. La primera articulación esternocostal entre la primera costilla y el manubrio del esternón es una sincondrosis permanente. En las sincondrosis no hay movimiento.

La **sínfisis** es una articulación cartilaginosa en la que los huesos están unidos principalmente por una almohadilla o lámina de fibrocartílago. Las sínfisis se ubican a lo largo de la línea media del cuerpo. Ejemplos de sínfisis son las articulaciones intervertebrales entre los cuerpos vertebrales (véase [fig. 1-10B](#)), la sínfisis manubrioesternal y la sínfisis del pubis. En las sínfisis hay algo de movimiento.

Articulaciones sinoviales

En las articulaciones sinoviales, las superficies articulares de los huesos están cubiertas por una delgada capa de cartílago hialino y están separadas por una cavidad articular llena de líquido ([fig. 1-10C](#)). Esta disposición permite gran libertad de movimiento. La cavidad articular está cubierta por una **membrana sinovial**, que se extiende desde los márgenes de una de las superficies articulares hasta los márgenes de la otra. Una resistente membrana fibrosa, denominada **cápsula**, protege el exterior de la membrana sinovial. Un líquido viscoso, el **líquido sinovial**, secretado por la membrana sinovial, lubrica las superficies articulares. En algunas articulaciones sinoviales (p. ej., rodilla, articulación temporomandibular), existen discos o cuñas de fibrocartílago entre las superficies articulares de los huesos. Estas estructuras se conocen como **discos articulares**. Algunas articulaciones sinoviales (p. ej., articulación de la cadera y rodilla) contienen almohadillas de grasa entre la membrana sinovial y la cápsula fibrosa o el hueso.

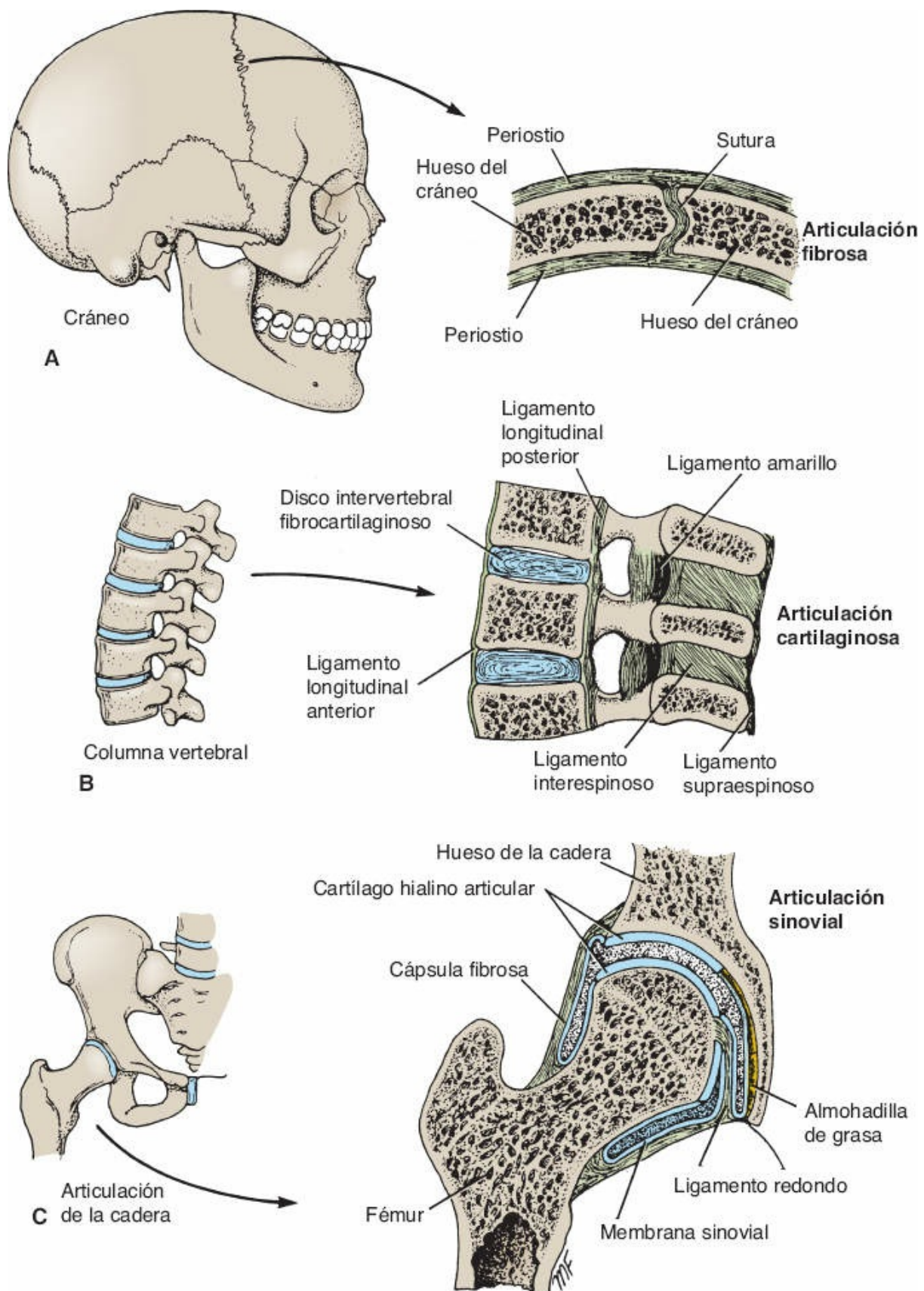


Figura 1-10 Ejemplos de los tres principales tipos de articulación **A.** Articulación fibrosa (sutura coronal del cráneo). **B.** Articulación cartilaginosa (articulación entre dos cuerpos vertebrales lumbares). **C.** Articulación sinovial (articulación de la cadera).

Diversos factores contribuyen a limitar el grado de amplitud de movimiento

de una articulación sinovial: la forma de los huesos de la articulación, la aproximación de estructuras anatómicas adyacentes (p. ej., el muslo contra la pared abdominal anterior al flexionar la articulación coxofemoral) y la presencia de los ligamentos fibrosos que unen los huesos. La mayoría de los ligamentos se encuentran fuera de la cápsula articular y se conocen como **ligamentos extracapsulares**. No obstante, algunos ligamentos importantes (p. ej., ligamentos cruzados de la rodilla) se ubican dentro de la cápsula y, por lo tanto, reciben el nombre de **ligamentos intracapsulares**.

Las articulaciones sinoviales pueden clasificarse de acuerdo con la forma de las superficies articulares y los tipos de movimiento posibles. En la [tabla 1-3](#) y en la [figura 1-11](#) se resumen los tipos de articulaciones sinoviales. Los ejemplos proporcionados no necesariamente incluyen todos los tipos de articulaciones.

Tabla 1-3 Tipos de articulación sinovial

TIPO DE ARTICULACIÓN	MORFOLOGÍA	EJEMPLO(S)
Plana	Las superficies articulares yuxtapuestas son planas o casi planas y permiten que los huesos se deslicen unos sobre otros en varias direcciones.	Articulaciones entre los procesos articulares de las vértebras Articulación esternoclavicular Articulación acromioclavicular
Articulación troclear	Su aspecto es similar al de la bisagra de una puerta, de modo que son posibles los movimientos uniaxiales de flexión y extensión.	Articulación humeroulnar del codo Articulaciones interfalángicas en los dedos de manos y pies Articulación del tobillo (talocrural)
Articulación trocoide	Se trata de un pivote óseo central rodeado por un anillo osteoligamentoso. Solo permite movimientos rotatorios.	Articulación atlantoaxoidea Articulación radioulnar proximal
Articulación condílea	Dos superficies convexas independientes se articulan con dos superficies cóncavas. Los movimientos biaxiales (en dos planos) son típicos de esta articulación.	Articulaciones metacarpofalángicas en los dedos de manos (nudillos)
Articulación elipsoidea	Una superficie articular convexa de forma elíptica encaja en una superficie articular cóncava, también elíptica. En estas articulaciones es posible llevar a cabo movimientos biaxiales.	Articulación radiocarpiana (muñeca)
Articulación en silla de montar	Una de las superficies articulares es convexa y la otra, cóncava; su aspecto es similar al de una silla de montar. En este caso, es posible hacer movimientos	Articulación carpometacarpiana del pulgar

	multiaxiales.	
Articulación esférica o enartrosis	La cabeza redondeada de un hueso encaja en la concavidad de otro hueso, lo cual permite movimientos multiaxiales.	Articulación glenohumeral (hombro) Articulación de la cadera

Estabilidad de las articulaciones

La estabilidad de una articulación depende de tres factores principales: la morfología de la superficie articular ósea, los ligamentos y el tono de los músculos que rodean la articulación (fig. 1-12).

Superficies articulares

En algunas articulaciones, las formas de los huesos y sus superficies articulares les permite unirse y ajustarse de forma relativamente sólida, lo cual aporta estabilidad general a la articulación. Son ejemplos la disposición de cabeza esférica y la cavidad cóncava en la articulación de la cadera (véase fig. 1-12A) y la disposición en la mortaja de los huesos tarsianos en la articulación del tobillo. Sin embargo, en otras articulaciones, la forma de los huesos contribuye poco o nada a la estabilidad de la articulación (p. ej., articulaciones acromioclavicular, calcaneocuboidea y de la rodilla).

Ligamentos

Los ligamentos fibrosos evitan el movimiento excesivo en una articulación (véase fig. 1-12B); no obstante, si se tensionan durante tiempos prolongados, se distienden. En ese caso, por ejemplo, los ligamentos de las articulaciones entre los huesos que forman los arcos del pie no soportarán el peso del cuerpo. Si los músculos que normalmente sostienen los arcos pierden su tono por fatiga, los ligamentos se distenderán y los arcos colapsarán, lo cual dará lugar al pie plano. Por otro lado, los ligamentos elásticos recuperan su longitud original tras la distensión. Los ligamentos elásticos de los huesecillos del oído ayudan a mantener las articulaciones y a que los huesecillos regresen a su posición original después del movimiento.

Tono muscular

En la mayoría de las articulaciones, el tono muscular es el factor más importante para la estabilidad. Por ejemplo, el tono de los músculos cortos alrededor del hombro mantiene la cabeza semiesférica del húmero en la cavidad glenoidea de la escápula. Sin la acción de estos músculos, bastaría con aplicar un poco de fuerza para dislocar la articulación. La articulación de la rodilla es muy inestable sin la actividad tónica del cuádriceps femoral. Las articulaciones entre los huesos pequeños que forman los arcos de los pies se sostienen, en gran parte, gracias al tono de los músculos de la pierna, cuyos tendones se insertan en los huesos de los pies.

Inervación de las articulaciones

La cápsula articular y los ligamentos reciben un abundante aporte nervioso sensitivo. Un nervio sensitivo que inerva una articulación también inerva los músculos que la mueven y la piel que cubre sus inserciones distales, fenómeno conocido como *ley de Hilton*.

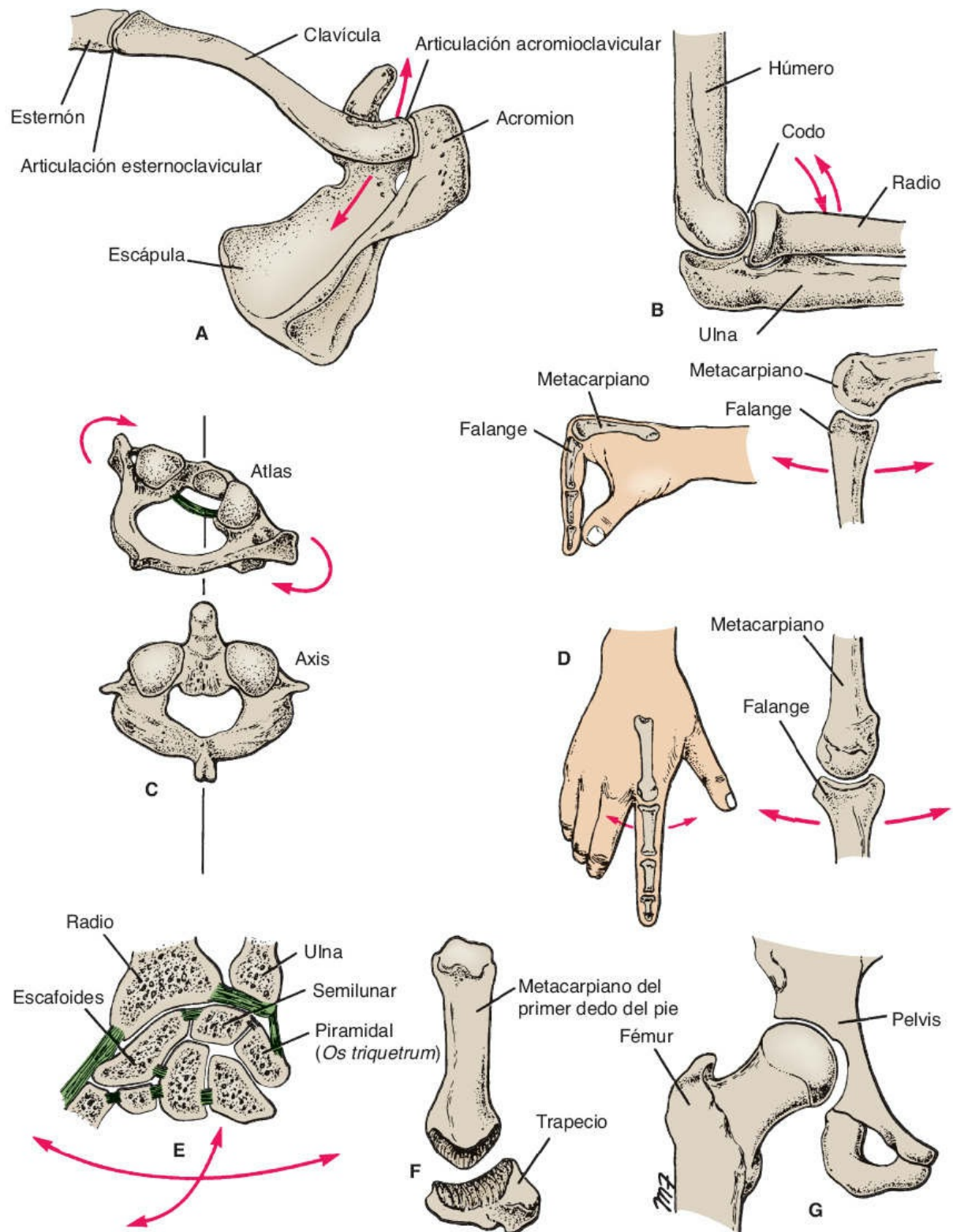


Figura 1-11 Ejemplos de los diferentes tipos de articulación sinovial. **A.** Articulaciones planas (esternoclavicular y acromioclavicular). **B.** Articulación troclear (porción humeroulnar del codo). **C.** Articulación trocoide (articulación atlantoaxoidea). **D.** Articulación condílea (articulación metacarpofalángica). **E.** Articulación elipsoidea (porción radiocarpiana de la muñeca). **F.** Articulación en silla de montar (articulación carpometacarpiana del dedo pulgar). **G.** Articulación esférica (articulación de la cadera).

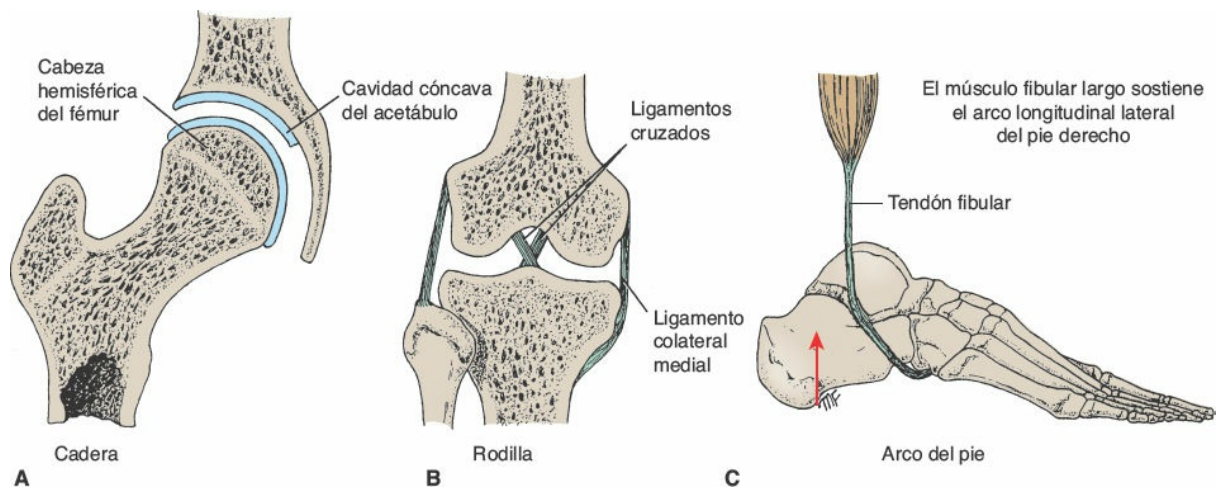


Figura 1-12 Los tres principales factores que participan en la estabilización de una articulación. **A.** Forma de las superficies articulares. **B.** Ligamentos. **C.** Tono muscular.

Ligamentos

Un ligamento es un cordón o banda de tejido conjuntivo fibroso que une dos o más estructuras. En el sistema musculoesquelético, los ligamentos suelen unir los huesos en las articulaciones. Existen dos tipos de ligamentos: fibrosos y elásticos. La mayor parte de los **ligamentos fibrosos** están formados por densos haces de fibras de colágeno y que no son distensibles en condiciones normales (p. ej., el ligamento iliofemoral de la articulación de la cadera y los ligamentos colaterales del codo). Los **ligamentos elásticos** están formados principalmente por tejidos elásticos; por lo tanto, pueden recuperar su longitud original tras estirarse (p. ej., el ligamento amarillo de la columna vertebral y el ligamento calcaneonavicular del pie).



Notas clínicas

Exploración de las articulaciones

En la exploración de un paciente, el médico debe comprobar que todas las articulaciones presenten una amplitud de movimiento normal. Cuando se modifica la relación anatómica normal entre los huesos de una articulación, se dice que la articulación está **luxada**. Algunas articulaciones son más propensas a luxarse debido a la falta de ligamentos de retención, la forma inadecuada de las superficies articulares o la ausencia de apoyo muscular adecuado. Las articulaciones temporomandibular, acromioclavicular y del hombro son buenos ejemplos. La luxación de la cadera suele ser congénita y puede atribuirse al desarrollo inadecuado de la cavidad que normalmente mantiene la cabeza del fémur en una posición firme.

La presencia de discos cartilaginosos en las articulaciones, especialmente en aquellas que cargan peso, como las rodillas, hace que los discos sean muy propensos a sufrir lesiones durante el ejercicio. Durante un movimiento rápido, el disco pierde su relación normal con los huesos y queda comprimido entre las superficies de carga de peso.

Algunas enfermedades del sistema nervioso (p. ej., siringomielia) producen pérdida de la sensación de dolor en una articulación. Ello significa que el paciente no percibe las señales de alerta de dolor que se activan cuando una articulación se mueve más allá de la amplitud normal de movimiento. Este fenómeno culmina con la destrucción de la articulación.

Conocer cómo se clasifican las articulaciones resulta muy útil porque, por ejemplo, algunas

enfermedades suelen afectar un solo tipo de articulación. La artritis gonocócica sólo afecta las articulaciones sinoviales grandes, como el tobillo, el codo o la muñeca; la artritis tuberculosa también afecta las articulaciones sinoviales y puede iniciar en la membrana sinovial o el hueso.

Recuerde que más de una articulación puede recibir el mismo aporte nervioso. Por ejemplo, el nervio obturador inerva tanto la rodilla como la articulación de la cadera, de modo que un paciente cuya enfermedad afecta solo una de esas articulaciones puede experimentar dolor en ambas.

Bolsas articulares y vainas sinoviales

Una **bolsa articular** es un saco fibroso cerrado revestido en su interior por una membrana sinovial. La membrana sinovial secreta una película de líquido viscoso que rellena el saco. Las bolsas suelen encontrarse en áreas expuestas a la fricción su función es reducirla (p. ej., cuando los tendones entran en contacto con huesos, ligamentos u otros tendones). Por lo general, se ubican cerca de las articulaciones, donde existe fricción entre la piel y las estructuras óseas subyacentes, como en el caso de la bolsa prepatelar (fig. 1-13). A veces, la cavidad de la bolsa se comunica con la cavidad de una articulación sinovial (p. ej., la bolsa suprapatelar se comunica con la rodilla y la bolsa subescapular se comunica con el hombro).



Notas clínicas

Lesiones ligamentosas

Los ligamentos articulares son muy propensos a elongarse excesivamente y sufrir desgarros y roturas. Un **esguince** es una lesión ocasionada al ejercer fuerza excesiva o anómala sobre una articulación; no viene acompañada de luxación ni fractura ósea. En el tratamiento de los ligamentos dañados, si es posible, las superficies adyacentes del ligamento dañadas se unen colocando e inmovilizando la articulación. Algunos casos graves requieren cirugía para unir los extremos separados del ligamento. El coágulo sanguíneo en el sitio de la lesión es invadido por vasos sanguíneos y fibroblastos. Los fibroblastos sintetizan colágeno y fibras elásticas, que se depositan a lo largo de las líneas de estrés mecánico.

La **vaina sinovial** es una bolsa tubular que envuelve el tendón (véase fig. 1-13B). El tendón se invagina en la bolsa por uno de los lados de esta y queda suspendido dentro de la bolsa por un **mesotendón** (véase fig. 1-13C). El mesotendón permite que los vasos sanguíneos se introduzcan en el tendón a lo largo de su trayectoria. En algunas situaciones, cuando la amplitud de movimiento es significativa, el mesotendón desaparece o permanece en forma de filamentos delgados, las **vínculas** (p. ej., en los tendones largos de los músculos flexores de los dedos de pies y manos). Las vainas sinoviales se encuentran presentes donde los tendones discurren por debajo de los ligamentos y retináculos y donde atraviesan los túneles osteofibrosos. Su función es reducir la fricción entre el tendón y las estructuras circundantes.

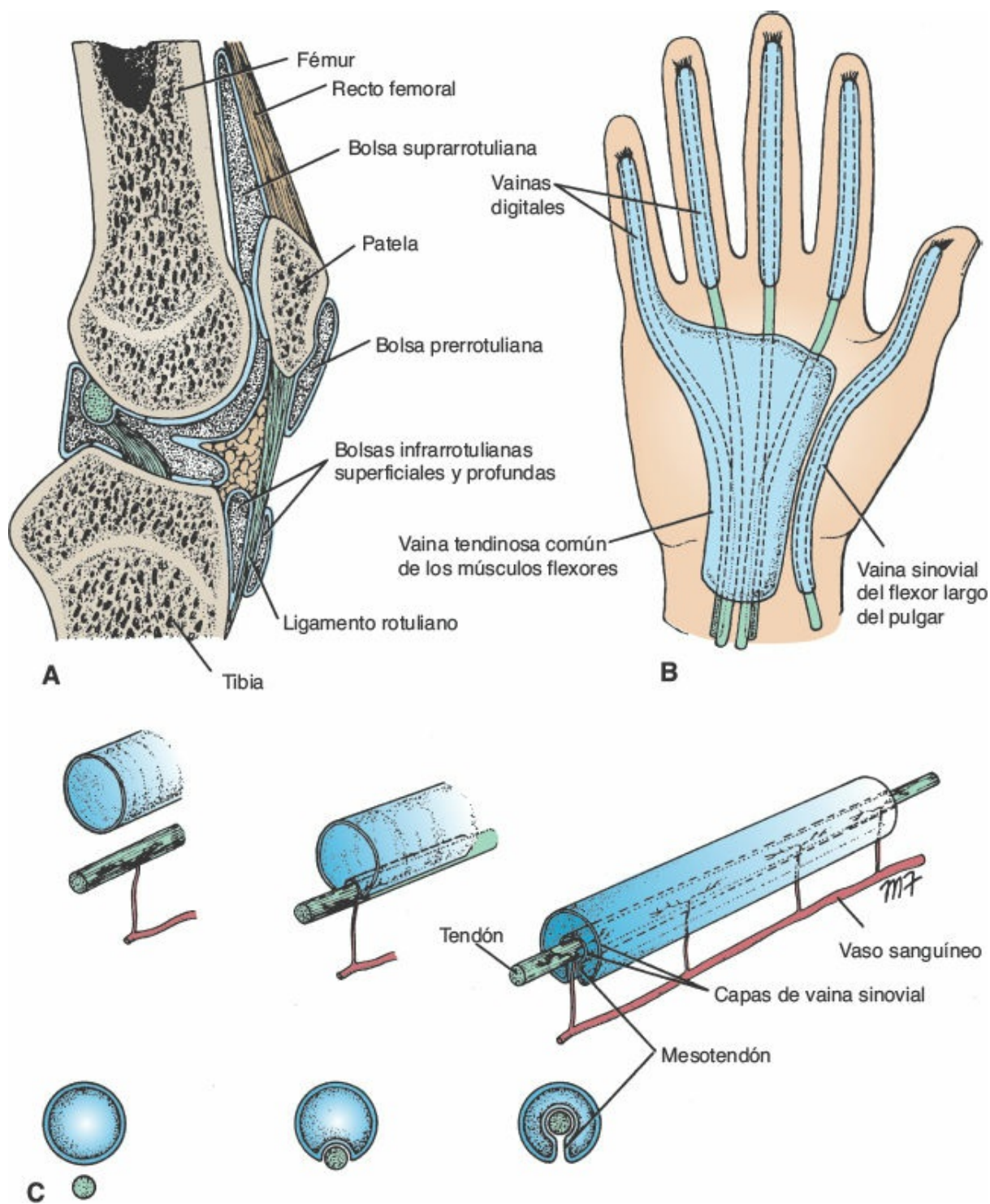


Figura 1-13 Ejemplos de bolsas y vainas sinoviales. **A.** Cuatro bolsas relacionadas con la parte delantera de la rodilla. Nótese que la bolsa suprapatelar se comunica con la cavidad de la articulación. **B.** Vainas sinoviales alrededor de los tendones largos de los dedos. **C.** Invaginación del tendón en la vaina sinovial durante el desarrollo y cómo los vasos sanguíneos alcanzan el tendón a través del mesotendón.



Notas clínicas

Traumatismo e infección de bolsas articulares y vainas sinoviales

Las bolsas articulares y las vainas sinoviales son sitios frecuentes de traumatismo e infección. El término **bursitis** se refiere a la inflamación de las bolsas articulares (p. ej., la inflamación de la bolsa prepatelar o “rodilla del fregasuelos” suele ocurrir debido al traumatismo producido por la presión repetida y prolongada de la rodilla sobre una superficie dura. La **tenosinovitis** es la inflamación del tendón y de su vaina sinovial (p. ej., las vainas de los tendones extensores de la mano pueden inflamarse tras el uso excesivo o poco habitual). La tenosinovitis grave puede causar contracturas en la vaina sinovial e impedir el deslizamiento eficaz del tendón.

Músculo

Existen tres tipos de músculo, a saber: esquelético, liso y cardíaco.

Músculo esquelético

En general, los músculos esqueléticos son los responsables de los movimientos del esqueleto; a veces reciben el nombre de **músculos voluntarios** y están formados por **fibras de músculo estriado**. Un músculo esquelético tiene dos o más sitios de unión. El más proximal y menos móvil recibe el nombre de **origen**. El más distal y móvil se llama **inserción** (fig. 1-14). Cuando un músculo se contrae, la inserción se desplaza en dirección proximal hacia el origen. No obstante, en algunos casos, el grado de movilidad de los sitios de unión se revierte; por lo tanto, los términos *origen* e *inserción* son relativos.

La parte carnosa de un músculo se conoce como **vientre o cabeza muscular**. Los extremos de los músculos se unen a estructuras de apoyo (huesos, cartílagos, ligamentos y otros músculos) mediante cordones de tejido fibroso llamados **tendones** (fig. 1-15). Algunos tendones (p. ej., los de los músculos oblicuos del abdomen, de forma ancha y aplanada) conforman una lámina fuerte y delgada denominada **aponeurosis** (véase fig. 1-15B). Otros tendones forman un **rafe**, una interdigitación de los extremos tendinosos de fibras de músculos planos (véase fig. 1-15C).

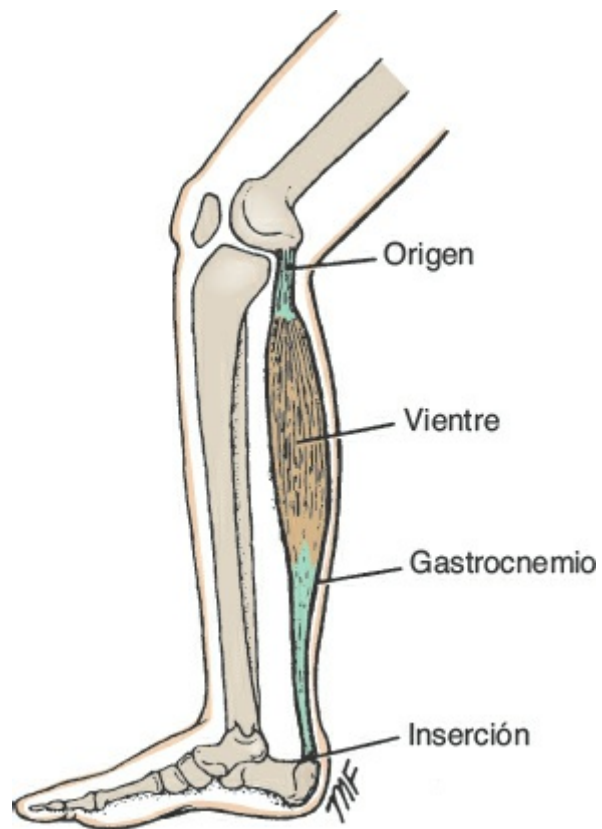


Figura 1-14 Origen, inserción y vientre del músculo gastrocnemio.

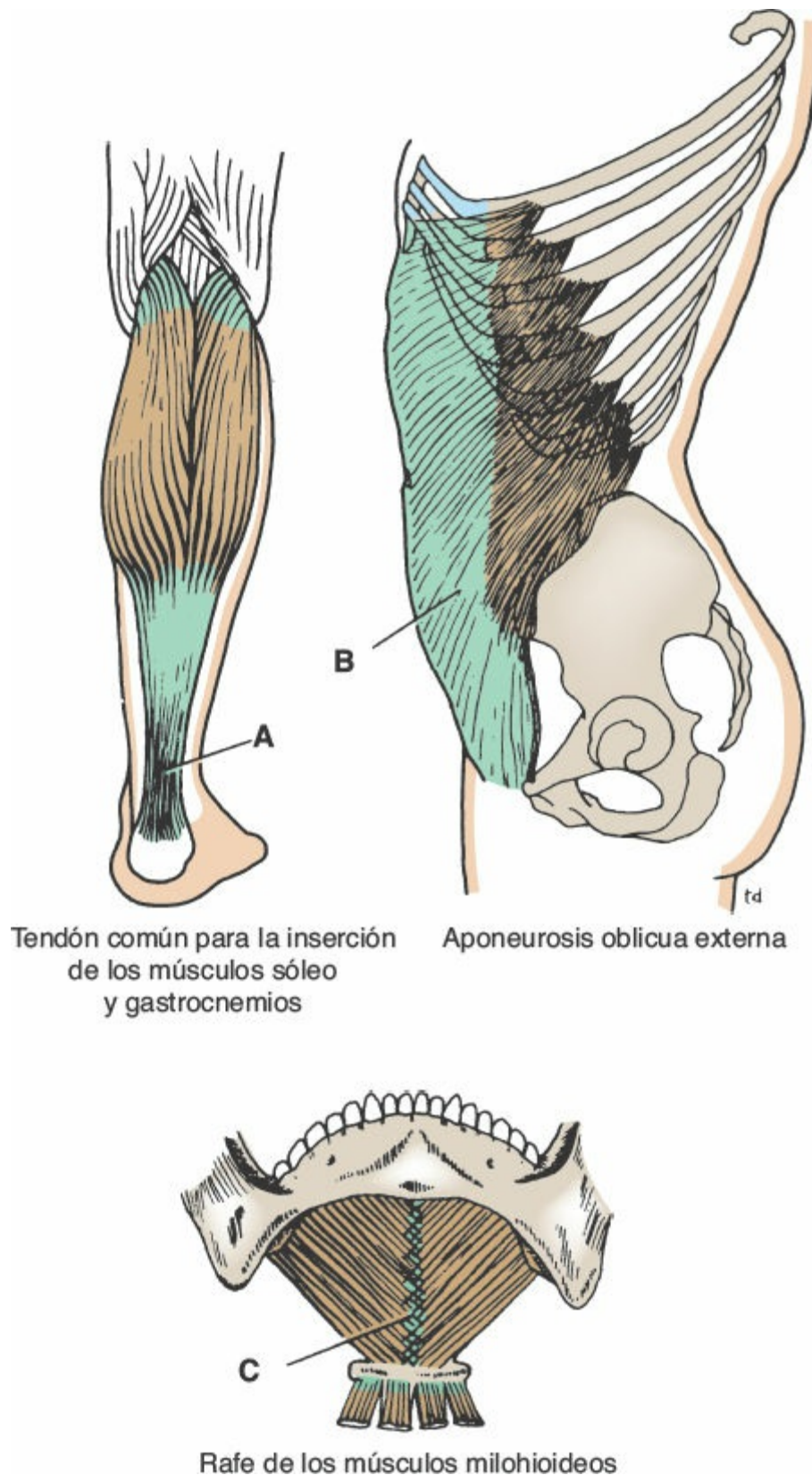


Figura 1-15 Ejemplos de (A) un tendón, (B) una aponeurosis y (C) un rafe.

Estructura interna del músculo esquelético

Las fibras musculares individuales permanecen unidas gracias a delicadas vainas continuas de tejido areolar, que se condensan en la superficie del músculo para

formar una cubierta fibrosa, el **epimisio** (fascia de profunda de envoltura). Las fibras musculares individuales están dispuestas tanto paralelamente como oblicualmente al eje longitudinal del músculo (fig. 1-16). Dado que al contraerse las fibras musculares se acortan entre un tercio y la mitad de su longitud, los músculos con fibras paralelas a la línea de tracción recorren una mayor distancia y producen movimientos de mayor amplitud que aquellos con fibras oblicuas. Es decir, los músculos de fibras paralelas poseen una mayor amplitud de movimiento. Los músculos esternocleidomastoideo, recto abdominal y sartorio son todos músculos con fibras dispuestas de forma paralela.

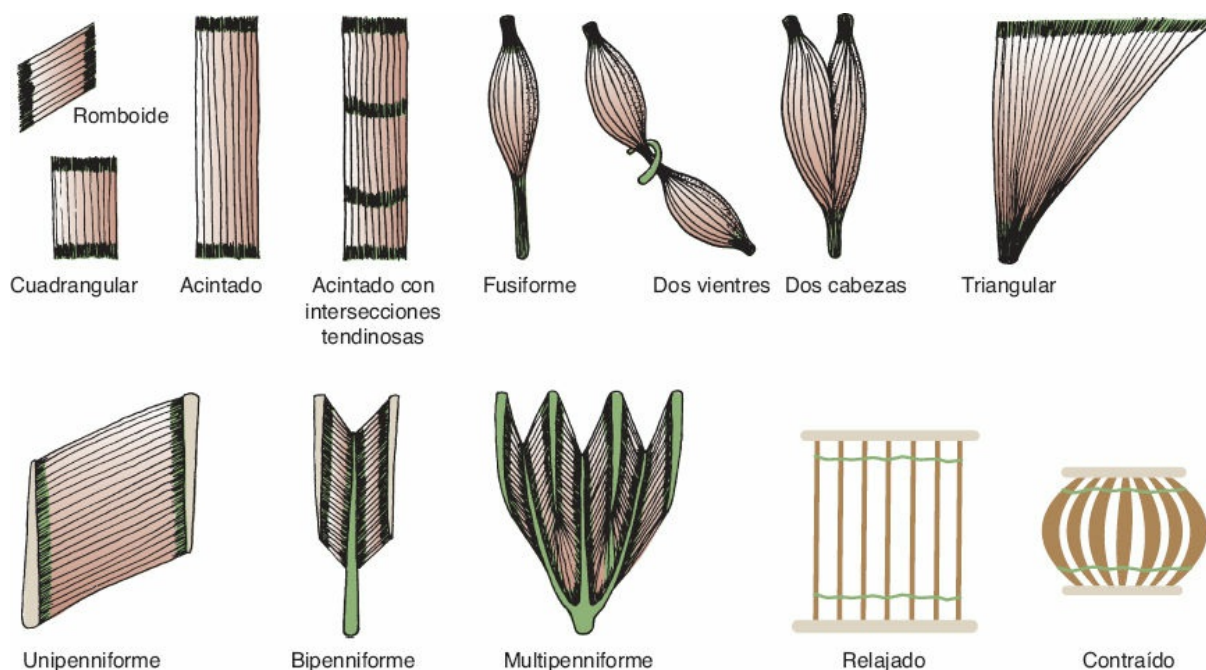


Figura 1-16 Distintas formas de la estructura interna del músculo esquelético. También se muestra un músculo relajado y uno contraído. Nótese cómo, al contraerse, las fibras musculares pierden entre un tercio y la mitad de su longitud en reposo. Obsérvese cómo se expande el músculo.

Los músculos con fibras que discurren oblicuamente a la línea de tracción se conocen como **músculos penniformes** (p. ej., parecidos a una pluma). En un **músculo unipenniforme**, el tendón yace a lo largo de uno de los lados del músculo y las fibras musculares se insertan en él en sentido oblicuo (p. ej., músculo extensor largo de los dedos). En un **músculo bipenniforme**, el tendón yace en el centro del músculo y las fibras musculares se insertan en él desde los dos lados (p. ej., músculo recto femoral). Un **músculo multipenniforme** puede estar formado por series de músculos bipenniformes dispuestos uno al lado del otro (p. ej., fibras acromiales del músculo deltoides); o también puede tener el tendón en su centro y fibras musculares que se insertan en él desde todos lados, convergiendo a lo largo de su trayectoria (p. ej., músculo tibial anterior).

La fuerza producida por un músculo al contraerse es directamente proporcional al área de la sección transversal fisiológica del músculo, es decir, al área transversa total de las fibras musculares. Los músculos penniformes tienen un mayor número de fibras por volumen de sustancia muscular y, por ende, un

área transversa de mayor tamaño que la de los músculos con fibras paralelas. Por lo tanto, los músculos penniformes poseen más fuerza, pero menor amplitud de movimiento.

Acción del músculo esquelético

Todo movimiento es resultado de la acción coordinada de varios músculos; sin embargo, es necesario estudiar cada uno por separado para entender sus distintas acciones. Un músculo puede ejercer cuatro funciones principales:

Agonista (motor principal): un músculo es *agonista* cuando es responsable o forma parte del grupo de músculos responsables de producir un movimiento en particular. El cuádriceps femoral, por ejemplo, es el músculo agonista durante el movimiento de extensión de la rodilla (fig. 1-17A).

Antagonista: se trata de cualquier músculo que se opone a la acción del agonista, como el bíceps femoral, que actúa como antagonista durante la extensión de la rodilla debido a que se opone a la acción del cuádriceps femoral (véase fig. 1-17B). Antes de que el motor principal pueda contraerse, el músculo antagonista debe estar igualmente relajado, lo cual se logra mediante la inhibición del reflejo nervioso. Recuerde que estos términos describen movimientos relacionados entre sí. Así, el bíceps femoral ejerce de agonista y el cuádriceps femoral, de antagonista durante la flexión de la rodilla.

Fijador: un músculo fijador se contrae isométricamente (p. ej., la contracción eleva el tono, pero no produce movimiento) para estabilizar el origen del motor principal de modo que este pueda actuar con eficacia. Por ejemplo, los músculos que unen la cintura escapular con el tronco se contraen como estabilizadores para permitir la acción del músculo deltoides en el hombro (véase fig. 1-17C).

Sinergista: en muchas localizaciones del cuerpo, el músculo agonista atraviesa varias articulaciones antes de llegar a la articulación donde tiene lugar la acción principal. Para prevenir movimientos no deseados en una articulación intermedia, los músculos **sinergistas** se contraen y estabilizan las articulaciones intermedias. Por ejemplo, los músculos flexores y extensores del carpo se contraen para fijar la articulación de la muñeca, lo cual permite que los músculos flexor largo y extensor de los dedos funcionen correctamente (véase fig. 1-17D).

Recuerde que estos términos se aplican a un músculo particular dada la función que desempeña durante un movimiento específico. Muchos músculos pueden modificar su función y ejercer de agonistas, antagonistas, fijadores o sinergistas con base en el movimiento a realizar. También puede ocurrir lo que se denomina “situación paradójica” (p. ej., el bíceps braquial, un músculo flexor de la articulación del codo, puede contraer y modular el índice de extensión del codo cuando se contrae el tríceps braquial).

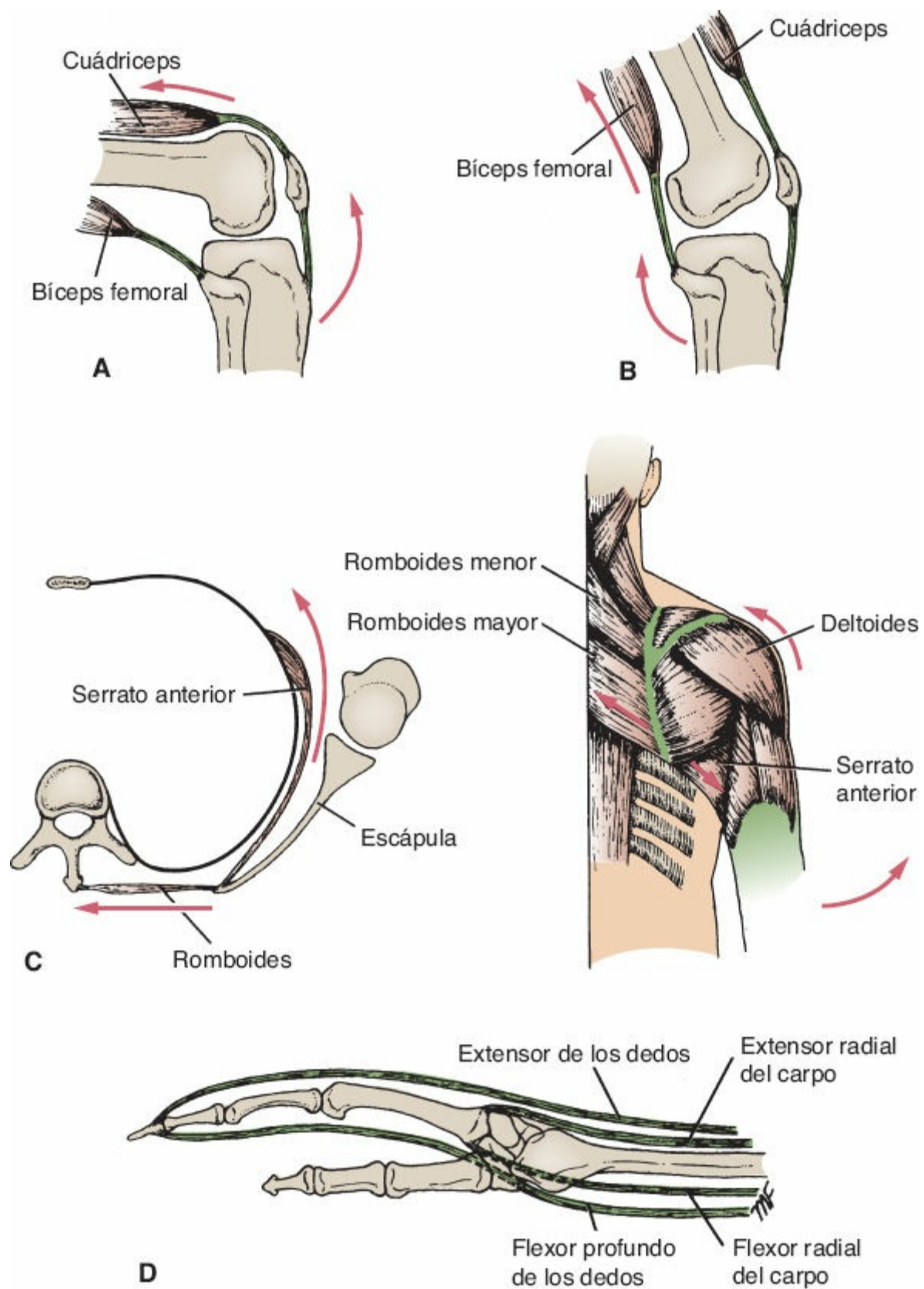


Figura 1-17 Diferentes tipos de acción muscular. **A.** El cuádriceps femoral extiende la rodilla como agonista (motor principal) y el bíceps femoral ejerce de antagonista. **B.** El bíceps femoral flexiona la rodilla como agonista y el cuádriceps ejerce de antagonista. **C.** Los músculos alrededor de la cintura escapular estabilizan la escápula para posibilitar el movimiento de abducción en la articulación del hombro. **D.** Los músculos flexor y extensor del carpo actúan en sinergia y estabilizan el carpo para que los tendones de los músculos flexor y extensor largos puedan flexionar y extender los dedos.

Inervación del músculo esquelético

El tronco nervioso de un músculo es un nervio mixto. Alrededor del 60% de las fibras nerviosas son motoras y el 40% son sensitivas. Asimismo, el nervio contiene algunas fibras autónomas simpáticas. El nervio penetra el músculo en aproximadamente el punto medio de su cara profunda, por lo general cerca del margen. El punto de entrada se conoce como **punto motor**. Esta disposición permite al músculo proteger su tronco nervioso y moverse con mínima interferencia.

Cada motoneurona dentro de un músculo inerva un número variable de fibras musculares, distribuidas por el espacio de forma variable. El conjunto formado por una motoneurona individual y todas las fibras musculares que inerva se conoce como **unidad motora**. El tamaño de una unidad motora (p. ej., el número de fibras musculares inervadas por una motoneurona) varía considerablemente de músculo a músculo, con base en su tamaño y función. Las unidades motoras grandes (hasta varios cientos de fibras musculares por neurona) son típicas del tronco, dado su gran tamaño, y de los músculos de los miembros inferiores. Las unidades motoras pequeñas (entre cinco y diez fibras musculares por neurona) son típicas de los músculos que ejecutan movimientos de precisión, como los músculos extraoculares y los músculos cortos de la mano.

Tabla 1-4 Nombres de los músculos esqueléticos^a

NOMBRE	FORMA	TAMAÑO	NÚMERO DE CABEZAS O VIENTRES	POSICIÓN	PROFUNDIDAD	INSERCIONES	ACCIONES
Deltoides	Triangular						
Redondo	Redondo						
Largo	Recto						
Mayor		Grande					
Ancho		El más ancho					
Longísimo		El más largo					
Bíceps			Dos cabezas				
Cuádriceps			Cuatro cabezas				
Digástrico			Dos vientres				
Pectoral				Del pecho			
Supraespinoso				Por encima de la espina escapular			
Braquial				Del brazo			
Profundo					Profundo		
Superficial					Superficial		
Externo					Externo		
Esternocleido-mastoideo						Del esternón y la clavícula al proceso mastoides	
Coracobraquial						Del proceso coracoides al brazo	
Extensor							Extender
Flexor							Flexionar
Constrictor							Constreñir

^aEstos nombres suelen combinarse, por ejemplo, flexor largo del pulgar (*pollicis longus*)

Terminología de los músculos esqueléticos

Cada músculo recibe un nombre según su forma, tamaño, número de cabezas o vientres, posición, profundidad, sitios de unión o acciones principales. En la [tabla. 1-4](#) se presentan ejemplos de nombres de músculos. Preste atención a estos nombres e intente comprender su significado; ofrecen una gran cantidad de información que le permitirá comprender mejor las estructuras y reducirá la necesidad de memorizar mecánicamente.

Músculo liso

El músculo liso está formado por células fusiformes dispuestas de modo compacto en haces o láminas. En los tubos (conductos) corporales, el músculo liso aporta potencia motriz para impulsar los contenidos por la luz. En el aparato digestivo, también mezcla el alimento con los jugos digestivos. Una onda de contracción de las fibras dispuestas en círculo pasa a lo largo del tubo e impulsa, con ello, los contenidos hacia adelante. Al contraerse, las fibras longitudinales tiran de las paredes del conducto en dirección proximal, sobre los contenidos. Este método de propulsión se conoce como **peristaltismo**.

En los órganos de almacenamiento, como la vejiga urinaria y el útero, las

fibras están dispuestas de modo irregular y se entrelazan entre sí. Estas se contraen de modo lento y sostenido para permitir que el órgano expulse sus contenidos. En las paredes de los vasos sanguíneos, las fibras de músculo liso están dispuestas de modo circular y su función es modificar el diámetro de la luz vascular. Dependiendo del órgano, las fibras de músculo liso se contraen en respuesta a diferentes estímulos, como estiramiento local de las fibras, impulsos de nervios autónomos o estimulación hormonal.

Músculo cardíaco

El músculo cardíaco está compuesto por fibras de músculo estriado que se ramifican y unen entre sí. Forma el miocardio del corazón. Sus fibras tienden a estar dispuestas en espiral y poseen la capacidad de contraerse de modo rítmico y espontáneo. Fibras especializadas de músculo cardíaco forman el **sistema de conducción del corazón**. El músculo cardíaco está innervado por fibras de nervios autónomos que terminan en los nodos del sistema de conducción y en el miocardio.



Notas clínicas

Tono muscular

En la exploración clínica es importante evaluar el **tono muscular**. La presencia de **flacidez** muscular es signo de que el funcionamiento de las neuronas aferentes, eferentes o ambas, todas ellas implicadas en el arco reflejo necesario para producir tono muscular, se ha visto interrumpido (p. ej., si se secciona el tronco nervioso de un músculo, se interrumpirá la función de ambos tipos de neuronas). Si la poliomielitis afecta las células motoras del cuerno anterior de la médula espinal ubicadas a la altura de la innervación del músculo, las motoneuronas eferentes no funcionarán. Por otro lado, la hipertonía muscular es signo de una posible lesión en motoneuronas localizadas en regiones superiores de la médula espinal o en el cerebro.

Inserciones musculares

Identificar las principales inserciones de los músculos corporales más importantes permitirá comprender las acciones normales y anómalas de los músculos por separado y en conjunto. Sin esta información, los médicos ni siquiera pueden analizar, por ejemplo, la marcha anómala de un paciente.

Forma y configuración de los músculos

Nótese también la forma y configuración de los músculos. Un músculo paralizado o que no se utiliza (como cuando se inmoviliza un miembro con escayola) se atrofia y cambia de forma rápidamente. En el caso de los miembros, recuerde que puede utilizar el músculo del lado contrario del cuerpo para fines comparativos.

Necrosis del músculo cardíaco

El músculo cardíaco recibe su aporte sanguíneo de las arterias coronarias. La obstrucción repentina de una de las ramas grandes de la arteria coronaria necesariamente producirá necrosis del músculo cardíaco y, con frecuencia, la muerte del paciente.

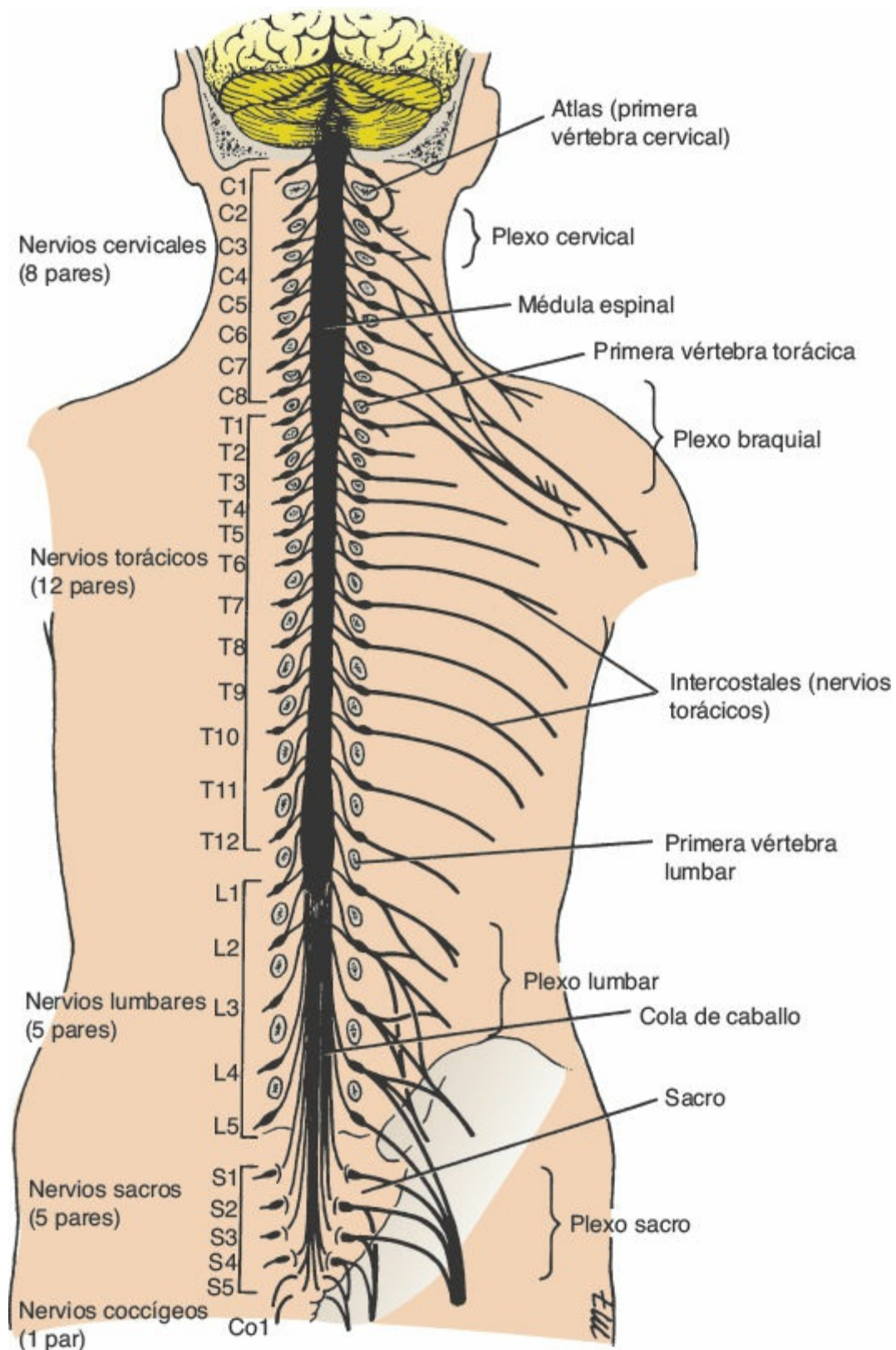


Figura 1-18 Componentes de los sistemas nerviosos central y periférico: encéfalo, médula espinal, nervios espinales y plexos.

Sistema nervioso

Junto con el sistema endocrino, el sistema nervioso controla e integra

actividades de las diferentes partes del cuerpo. El sistema nervioso está dividido en dos partes principales: el **sistema nervioso central**, formado por el encéfalo y la médula espinal, y el **sistema nervioso periférico**, formado por pares de nervios craneales y nervios espinales y sus ganglios asociados ([fig. 1-18](#)). Desde el punto de vista funcional, el sistema nervioso puede dividirse en **sistema nervioso somático** y **sistema nervioso autónomo**. El sistema nervioso somático funciona en respuesta a las demandas del ambiente corporal externo, principalmente a través de las acciones de los músculos esqueléticos, y suele producir respuestas voluntarias a señales sensoriales percibidas de forma consciente por la pared corporal y los miembros. En cambio, el sistema nervioso autónomo funciona en respuesta a las demandas del ambiente corporal interno, principalmente a través de las acciones de los músculos liso y cardíaco y de las glándulas; suele producir respuestas involuntarias a señales sensoriales que no se perciben de modo consciente.

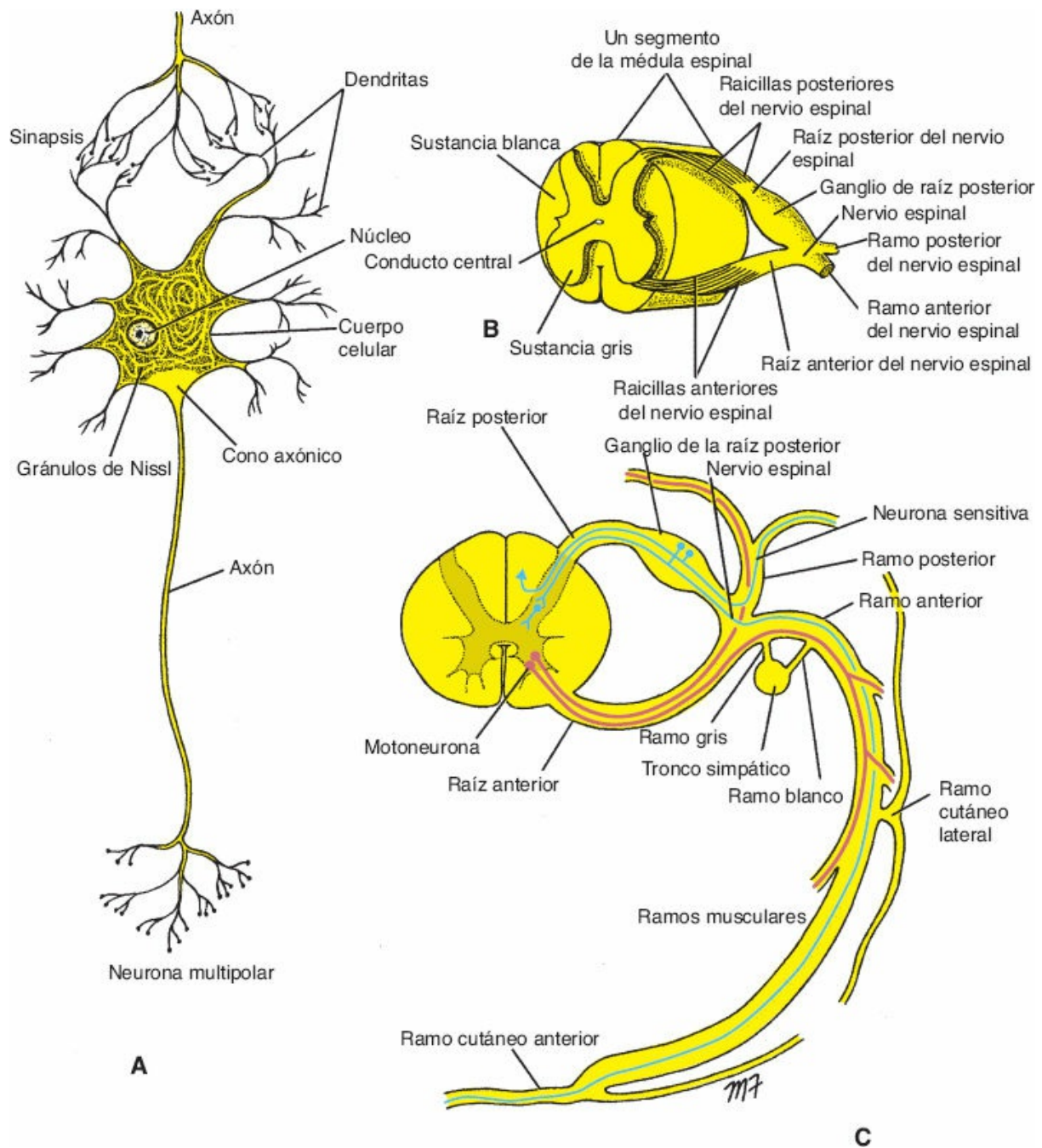


Figura 1-19 A. Motoneurona multipolar que hace sinapsis con una interneurona. B. Segmento torácico de la médula espinal con las raíces espinales y el ganglio de la raíz posterior. C. Sección transversal de un segmento torácico de la médula espinal donde se aprecian las raíces, el nervio espinal, los ramos anterior y posterior y sus ramificaciones.

Sistema nervioso central

El **sistema nervioso central (SNC)** está compuesto por un gran número de células nerviosas, sus ramificaciones y un tejido especializado denominado **neuroglia**, constituida por células que proporcionan soporte a las neuronas. Una **neurona** es una célula nerviosa individual con todas sus ramificaciones. Cada neurona posee tres componentes principales: el cuerpo y dos tipos de prolongaciones denominadas **dendritas** y **axón**. Las dendritas, las prolongaciones cortas del cuerpo celular, llevan los impulsos hacia el cuerpo. El

axón, la ramificación más larga del cuerpo celular ([fig. 1-19A](#)), aleja los impulsos nerviosos de este y de las dendritas. Los cuerpos celulares del SNC se agrupan en conjuntos conocidos como **núcleos**.

El interior del SNC está compuesto de sustancia gris y de sustancia blanca. La **sustancia gris** está formada principalmente por los cuerpos de las neuronas integradas a la neuroglía. La **sustancia blanca** está constituida principalmente por ramificaciones nerviosas (axones) y vasos sanguíneos integrados a la neuroglía. La sustancia gris y la sustancia blanca deben su nombre a los tonos de colores que se aprecian en tejidos frescos. El gran número de prolongaciones nerviosas mielinizadas que forman parte de la sustancia blanca confieren al tejido un color relativamente blanco y brillante. Por otro lado, el gran número de cuerpos celulares sin mielina que componen la sustancia gris confieren un color grisáceo y algo opaco. En la médula espinal, la sustancia gris presenta una forma parecida a una “H” (como una mariposa) ([véase fig. 1-19B,C](#)). Un par de **cuernos (astas) grises posteriores (dorsales)** y **anteriores (ventrales)** se extienden a lo largo de la médula espinal. Y otro par de **astas grises laterales** sobresalen en los segmentos torácicos y lumbares superiores de la médula espinal. Un **conducto central (ependimario)** que contiene líquido cefalorraquídeo se extiende a lo largo de toda la longitud interna del SNC.

Tres membranas (**meninges**) rodean el SNC en su totalidad (encéfalo y médula espinal): la **duramadre** es la membrana exterior; la **aracnoides** es la membrana intermedia; y la **piamadre** es la capa interna. Las meninges son responsables de proteger, anclar y estabilizar el SNC, y también contienen un saco envolvente de líquido cefalorraquídeo.

Sistema nervioso periférico

El sistema nervioso periférico está compuesto por los nervios craneales y espinales y sus ganglios asociados. Un **ganglio** es un conjunto de cuerpos neuronales localizado fuera del SNC. En disecciones, los nervios craneales y espinales parecen cordones de tono blanco grisáceo. Están formados por haces de prolongaciones neuronales (axones) sostenidas por delicado tejido areolar.

Nervios craneales

Los 12 pares de nervios craneales se originan desde el encéfalo y el segmento superior de la médula espinal y salen a través de forámenes del cráneo. Todos los nervios craneales están distribuidos en la cabeza y el cuello excepto el X nervio craneal (nervio vago), que también inerva estructuras del tórax y el abdomen. Los nervios craneales se describen en el [capítulo 12](#).

Nervios espinales

En total, 31 pares de nervios espinales salen de la médula a través de los forámenes intervertebrales de la columna ([fig. 1-20](#); [véase también fig. 1-18](#)). Los nervios espinales deben sus nombres a la región de la columna vertebral con la cual se asocian: 8 **cervicales**, 12 **torácicos**, 5 **lumbares**, 5 **sacros** y 1 **coccígeo**.

Cada nervio espinal se origina con un par de haces de **raicillas anteriores y posteriores** conectadas a la médula espinal a lo largo de las líneas de las astas grises anteriores y posteriores, respectivamente (véanse figs. 1-19 y 1-20). Cada haz de raicillas anteriores y posteriores se une y forma una sola **raíz anterior** y otra **posterior** dentro del conducto vertebral. A su vez, cada par de raíces anteriores y posteriores convergen y se fusionan dentro de un foramen intervertebral para formar un **nervio espinal** individual. Cada raíz posterior posee un **ganglio**, que se halla en el foramen intervertebral. Inmediatamente después de pasar a través dicho foramen, el nervio espinal se divide en un **ramo posterior** de menor tamaño y en un **ramo anterior** de mayor tamaño.

Las raicillas anteriores y las raíces están formadas por haces de **fibras nerviosas eferentes (motoras)** que llevan los impulsos desde el SNC hacia otros sitios del cuerpo (fig. 1-21; véase también fig. 1-19). Los cuerpos de las motoneuronas somáticas que inervan los músculos esqueléticos y originan su contracción yacen en el cuerno gris anterior de la médula espinal. Por otro lado, existen cuerpos de motoneuronas autónomas (viscerales) que inervan los músculos liso y cardíaco y las glándulas. Estos cuerpos, que se encargan de desencadenar procesos de contracción y secreción, respectivamente, yacen en el cuerno gris lateral.

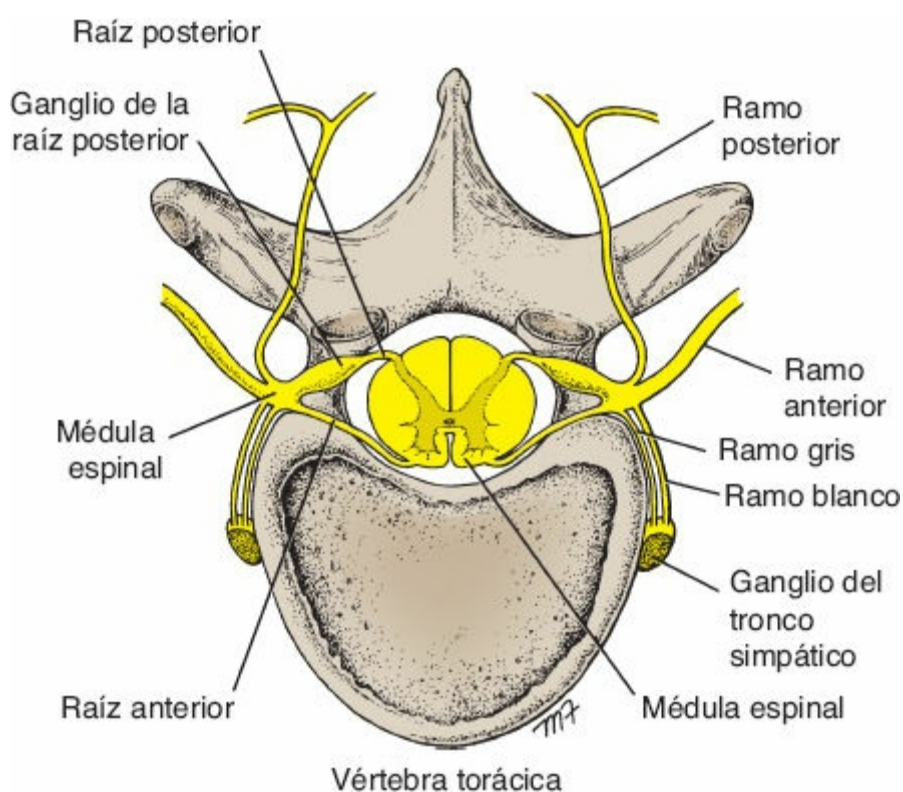


Figura 1-20 Relación entre la médula espinal, los nervios espinales y los troncos simpáticos.

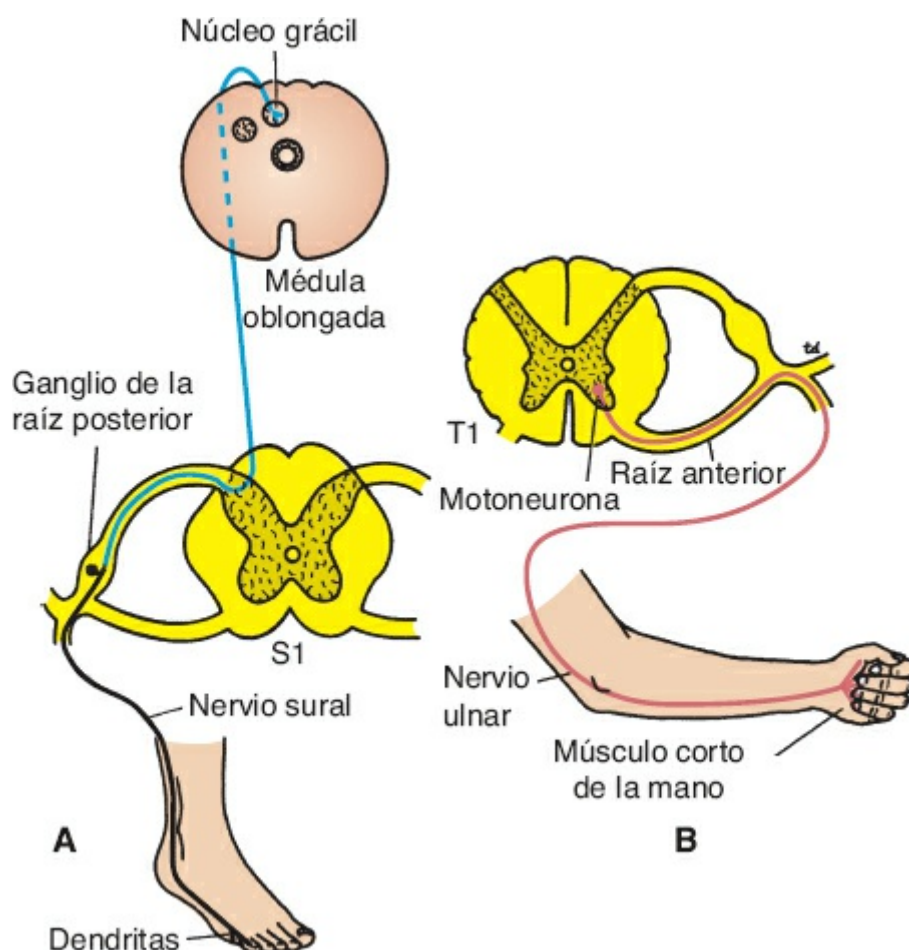


Figura 1-21 Dos neuronas pasan del sistema nervioso central al periférico. **A.** Neurona aferente se extiende desde el dedo pequeño del pie hasta el cerebro. **B.** Neurona eferente se extiende desde el cuerno gris anterior del primer segmento torácico de la médula espinal hasta un músculo corto de la mano.

Las raicillas y raíces posteriores contienen haces de **fibras nerviosas aferentes (sensitivas)** que transportan los impulsos hacia el SNC (véanse figs. 1-19 y 1-21). Estas fibras transmiten información sobre el tacto, el dolor, la temperatura y otras sensaciones de la periferia. Los cuerpos celulares de las neuronas sensitivas se localizan en el ganglio de la raíz posterior.

Los nervios espinales y los ramos anterior y posterior son componentes nerviosos mixtos dado que transmiten información tanto de motoneuronas como de neuronas sensitivas desde y hacia la periferia. Por este motivo, las lesiones en las raicillas y raíces que afectan los nervios espinales y sus ramos producen distintas combinaciones de deficiencias sensoriales y motoras. Así, las lesiones en las raíces anteriores afectarán solamente las fibras de las motoneuronas. En cambio, las lesiones en los ramos anteriores afectarán fibras tanto motoras como sensitivas.

Los ramos anteriores continúan lateral y anteriormente para inervar los músculos y la piel de la pared corporal anterolateral y todos los músculos y la piel de los miembros. Los ramos posteriores discurren posteriormente a la columna vertebral e inervan los músculos y la piel de la espalda. Además de los ramos anteriores y posteriores, los nervios espinales emiten un pequeño ramo

meníngeo que inerva las vértebras y las meninges espinales. Los nervios espinales torácicos y de la región lumbar superior también tienen ramos denominados *comunicantes*, asociados al componente simpático del sistema nervioso autónomo.

Los ramos anteriores de los nervios espinales se distribuyen en uno de dos patrones: 1) por distribución segmentaria simple y 2) por plexos (véase [fig. 1-18](#)). En la **distribución segmentación simple**, cada ramo anterior se mantiene como una estructura independiente y envuelve el tronco sin fusionarse con los ramos anteriores adyacentes, tal y como sucede con los nervios intercostales. En este sistema, cada nervio periférico conserva su identidad con base en el nervio espinal de origen (p. ej., el nervio intercostal T5 es un ramo identificable del nervio espinal T5). Sin embargo, en ocasiones hay ramos anteriores adyacentes con territorios que se solapan. En un **plexo**, diversos ramos anteriores adyacentes se unen, entrelazan las ramificaciones de sus neuronas y forman complejas redes que originan nervios periféricos. En este patrón, los nervios que emergen de un plexo están formados a partir de varios nervios espinales. Los nervios periféricos pierden su identidad, de modo que no es posible relacionarlos con los nervios espinales de origen (p. ej., el nervio mediano del miembro superior está formado por fibras derivadas de los ramos anteriores de los nervios espinales C5 a T1). Los plexos nerviosos se forman en el cuello (**plexo cervical**) y en los orígenes anatómicos de los miembros superior (**plexo braquial**) e inferior (**plexo lumbosacro**).

La división clásica del sistema nervioso en los componentes central y periférico es puramente artificial, originada meramente por conveniencia descriptiva, dado que las ramificaciones de las neuronas discurren libremente entre ambos. Por ejemplo, una motoneurona ubicada en el cuerno gris anterior del primer segmento torácico de la médula espinal origina un axón que pasa a través de la raíz anterior del primer nervio torácico (véase [fig. 1-21](#)), pasa a través del plexo braquial, desciende por el brazo y el antebrazo en el nervio ulnar y finalmente alcanza las placas motoras terminales de diversas fibras musculares de un pequeño músculo de la mano. En total, recorre una distancia aproximada de 90 cm.

Como ejemplo adicional, considérese la sensación de tacto que se experimenta en la región lateral del dedo pequeño del pie. El primer segmento sacro de la médula espinal (S1) inerva esta área de la piel. Las finas fibras nerviosas terminales abandonan los órganos sensitivos de la piel y se unen para formar el axón del nervio sensitivo. El axón asciende por la pierna en el nervio sural y después en los nervios tibial y ciático hasta alcanzar el plexo lumbosacro. Después pasa a través de la raíz posterior del primer nervio sacro hasta alcanzar el cuerpo celular en el ganglio de la raíz posterior del primer nervio sacro. El axón central entra ahora en el cordón blanco posterior de la médula espinal y asciende hacia el núcleo grácil en la médula oblongada (bulbo raquídeo). En total, recorre una distancia aproximada de 1,5 m. Es decir, una sola neurona se extiende desde el dedo pequeño del pie hasta el interior del cráneo. Ambos ejemplos ilustran las extensas longitudes potenciales de una sola neurona.

Sistema nervioso autónomo

El **sistema nervioso autónomo (SNA)** es la parte del sistema nervioso responsable del control motor del músculo liso, del músculo cardíaco y de las glándulas de todo el cuerpo. El hipotálamo del cerebro controla el SNA e integra las actividades de los sistemas autónomo y neuroendocrino, preservando así la homeostasis del cuerpo. El SNA se distribuye a lo largo de los sistemas nerviosos central y periférico. Existen varias diferencias entre el sistema nervioso somático y el SNA, resumidas en la [tabla 1-5](#) y en la [figura 1-22](#). La principal diferencia anatómica radica en que la conducción de los impulsos en el sistema nervioso somático se lleva a cabo por una sola neurona, mientras que en el SNA intervienen dos neuronas.

El SNA está organizado en dos divisiones: la **división simpática** y la **división parasimpática**. La distribución general y los aspectos funcionales de cada división se resumen en la [figura 1-23](#) y en la [tabla 1-6](#). A grandes rasgos, la actividad simpática prepara el cuerpo para las respuestas más urgentes, mientras que la actividad parasimpática ayuda en la recuperación.

Las divisiones simpática y parasimpática suelen funcionar como sistemas antagónicos, es decir, producen acciones contrapuestas. Por ejemplo, la actividad simpática aumenta la frecuencia cardíaca, produce broncodilatación, inhibe el peristaltismo en el intestino, cierra los esfínteres, relaja la pared de la vejiga y dilata las pupilas. Por el contrario, la actividad parasimpática desacelera la frecuencia cardíaca, produce broncoconstricción, estimula el peristaltismo en el intestino, relaja los esfínteres, contrae la pared de la vejiga y constriñe las pupilas. No obstante, ambas partes también pueden funcionar de forma complementaria (sinérgica). Por ejemplo, en el caso de la función sexual normal, el sistema parasimpático provoca la erección y el simpático se encarga de la eyaculación. De igual manera, pueden funcionar por separado: la estimulación del sistema simpático desencadena la secreción de las glándulas sudoríparas sin que el sistema parasimpático participe de modo alguno en esta actividad.

Tabla 1-5 Cuadro comparativo de los sistemas nerviosos somático y autónomo

	SOMÁTICO	AUTÓNOMO
ÁREA DE INFLUENCIA	Músculo esquelético.	Músculo liso, músculo cardíaco, glándulas.
VÍA PERIFÉRICA	Vía de una neurona. Una sola motoneurona recorre toda la distancia desde el SNC hasta los músculos efectores, a través de los nervios periféricos, sin intervención de ninguna sinapsis.	Vía de dos neuronas. Una serie de dos neuronas recorre la distancia del SNC a las células diana. La primera es la preganglionar, y la segunda, la posganglionar. En general, las neuronas preganglionares (presinápticas) no inervan las células diana; hacen

		sinapsis con las neuronas posganglionares en los ganglios autónomos. Las neuronas posganglionares (postsinápticas) suelen inervar las células diana.
CUERPOS CELULARES	Dentro del SNC, ya sea en los núcleos motores del tronco del encéfalo o en el cuerno gris anterior de la médula espinal.	<i>Neuronas preganglionares:</i> dentro del SNC, ya sea en los núcleos autónomos del tronco del encéfalo o en el cuerno gris lateral de la médula espinal. <i>Neuronas posganglionares:</i> fuera del SNC, dentro de los ganglios autónomos (viscerales).
TERMINACIÓN	Placa motora de cada célula muscular.	Ausencia de placas motoras.

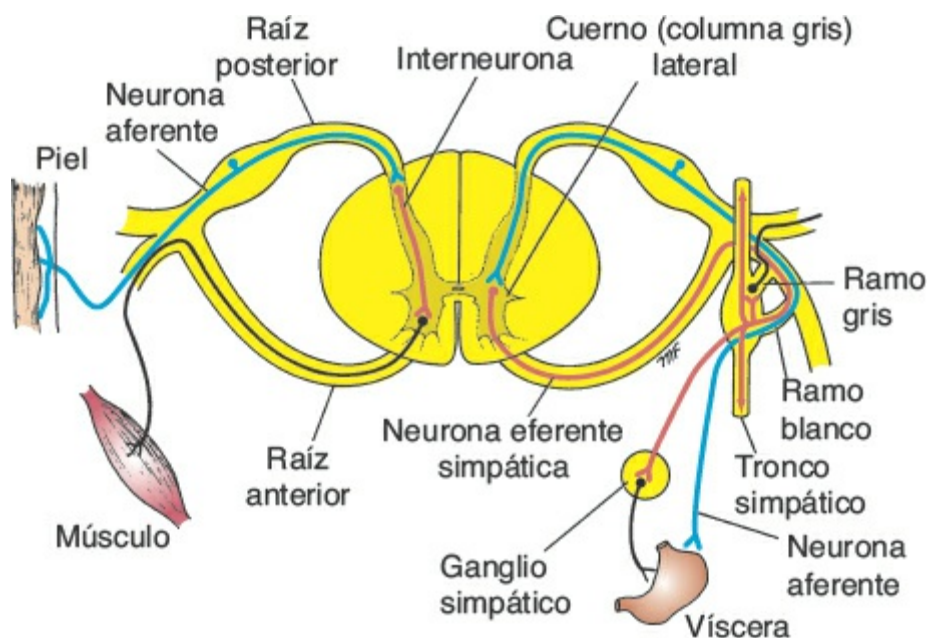


Figura 1-22 Visión general de la parte somática del sistema nervioso (*izquierda*) en comparación con la parte autónoma (*derecha*).

División simpática

La división simpática inerva todas las partes del cuerpo a través de una compleja red de nervios tan amplia que puede ser frustrante para estudiantes (y profesores) principiantes. A pesar de su complejidad, la distribución de la división simpática es clara y comprensible.

- Los cuerpos de las neuronas preganglionares (presinápticas) se alojan en el cuerno gris lateral de la médula espinal, desde el primer nivel torácico (T1) hasta el segundo nivel lumbar (L2) (véase [fig. 1-22](#)). Las fibras preganglionares salen de la médula espinal por las raíces anteriores y los nervios espinales de los segmentos T1 a L2. La división simpática también se conoce tradicionalmente como ***columna toracolumbar***, en clara alusión a los

niveles medulares de origen y salida mencionados anteriormente.

- Estas fibras mielinizadas abandonan los nervios espinales a través de los **ramos comunicantes blancos** y pasan al **tronco simpático** unilateral (*véanse* figs. 1-22 y 1-23). Dos troncos simpáticos se extienden a lo largo de la columna vertebral, uno a cada lado. Cada tronco simpático se compone de series de ganglios unidos de forma segmentaria, como si fuera una cadena. Dada su ubicación, la cadena de ganglios recibe, en conjunto, el nombre de **ganglios paravertebrales**.
- Los troncos simpáticos se extienden por encima y debajo de los niveles T1 a L2, a lo largo de toda la columna vertebral y el sacro (*véase* fig. 1-23). Típicamente se observan entre 11 y 12 ganglios torácicos encadenados y solo tres cervicales, estos últimos formados por la fusión de ganglios embrionarios segmentarios. Los ganglios lumbares y sacros, también dispuestos en cadena, varían en forma y número, y las fusiones ganglionares son frecuentes. Un solo ganglio coccígeo en la línea media, el **ganglio impar**, formado por la fusión del par de ganglios coccígeos embrionarios, constituye el extremo caudal de los troncos simpáticos.
- Eferencias simpáticas adicionales emergen de la cadena ganglionar simpática y siguen una de cuatro rutas posibles (*tabla. 1-7; véase también* fig. 1-23). Las neuronas preganglionares hacen sinapsis con las posganglionares en los ganglios correspondientes con cada vía (p. ej., las fibras simpáticas que salen de los niveles T1 a L2 de la médula espinal se incorporan a las cadenas simpáticas, y hacen sinapsis dentro de los ganglios que están distribuidos a lo largo de toda la cadena simpática). Después, las fibras posganglionares abandonan la cadena ganglionar y continúan su recorrido por ramos de nervios espinales hasta alcanzar la pared corporal y los miembros. La distribución de las fibras simpáticas en las cuatro regiones de destino se describe con mayor detalle en los próximos capítulos.

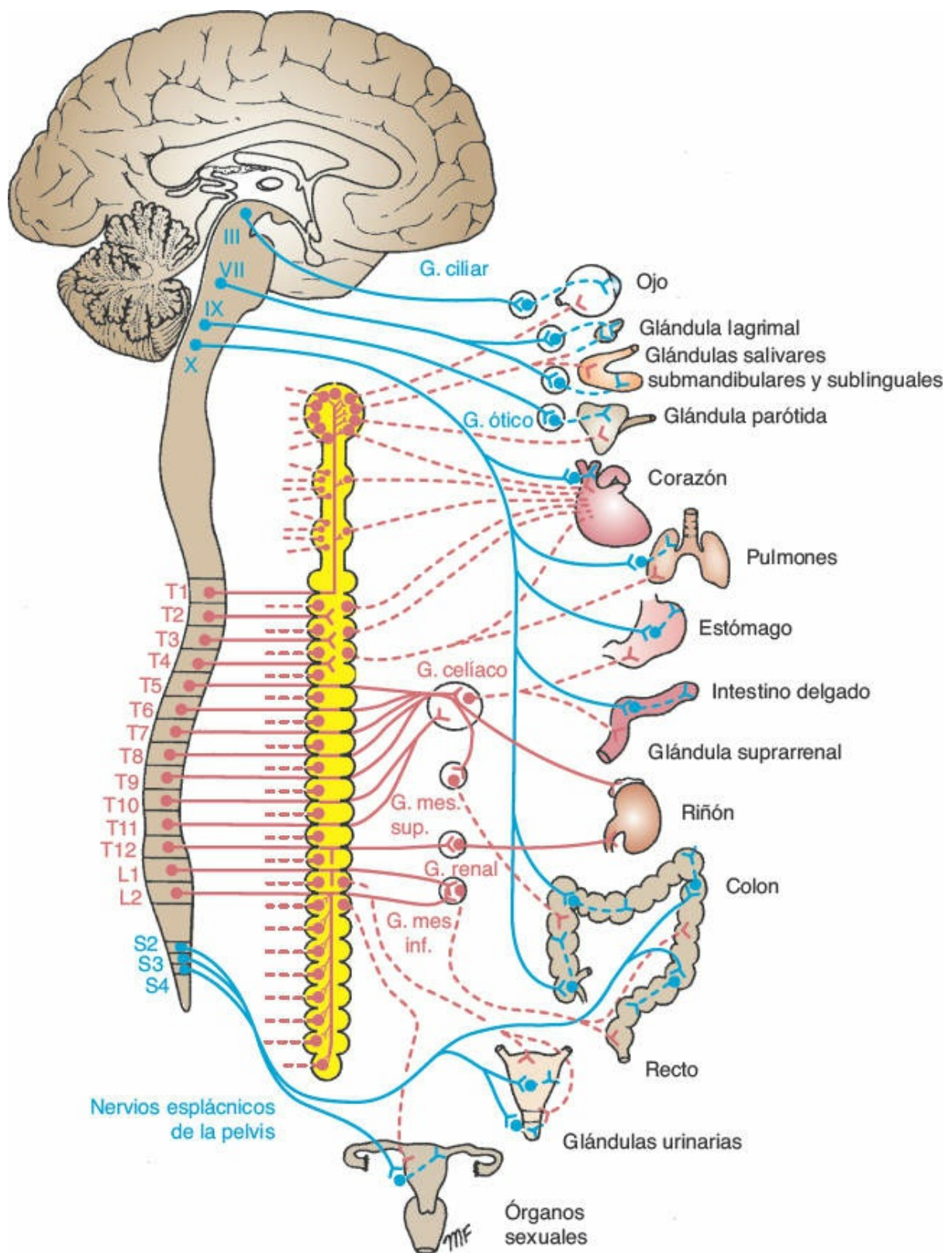


Figura 1-23 Resumen esquemático del sistema nervioso autónomo. Las fibras parasimpáticas preganglionares se señalan con una *línea azul continua*; las fibras posganglionares parasimpáticas, con una *línea azul punteada*. Las fibras simpáticas preganglionares se señalan con una *línea roja continua*; las fibras simpáticas posganglionares, con una *línea roja punteada*. Se señala en *amarillo* la cadena simpática.

Tabla 1-6 Aspectos funcionales generales de las divisiones simpática y

parasimpática

	DIVISIÓN SIMPÁTICA	DISVISIÓN PARASIMPÁTICA
TERRITORIO	Inerva todas las áreas del cuerpo.	No inerva todas las áreas; la pared corporal y los miembros carecen de inervación parasimpática.
ACTIVIDAD	Más generalizada e indirecta; la relación de neuronas pre y posganglionares es de ~1:15 o más.	Más específica y directa; la relación de neuronas pre y posganglionares es de ~1:2.
FUNCIONES	Urgencia: se trata de la clásica respuesta de “lucha o huida”. Las funciones están relacionadas con un aumento de los niveles de actividad o excitación y ayuda para afrontar el estrés y el esfuerzo físico.	Recuperación: se trata de la clásica respuesta “vegetativa”. Las funciones están relacionadas con la homeostasis, el restablecimiento, la recuperación y la relajación.

Tabla 1-7 Vías de distribución simpática

ORIGEN MEDULAR	UBICACIÓN DE LA SINAPSIS	VÍA POSGANGLIONAR	ÁREA DE INFLUENCIA
T1-L2	Ganglios de la cadena simpática	Nervios espinales	Pared corporal y miembros
T1-T4	Ganglio cervical superior	Arterias craneales	Cabeza
T1-T4	Ganglios de la cadena simpática a nivel cervical y torácico superior	Nervios espláncnicos torácicos	Vísceras torácicas
T5-L2	Ganglios preaórticos	Nervios espláncnicos abdominopélvicos	Vísceras abdominopélvicas Genitales externos

División parasimpática

A diferencia de la división simpática, el alcance de la división simpática es más limitado y su distribución, menos compleja. Las fibras parasimpáticas se distribuyen por la cabeza, las cavidades corporales y los genitales externos, y no inervan la pared corporal ni los miembros.

Las neuronas parasimpáticas preganglionares se originan en el tronco del encéfalo y en algunos segmentos sacros de la médula espinal (véase [fig. 1-23](#)). Las del tronco del encéfalo forman parte tanto de los núcleos de origen de los nervios craneales III (oculomotor), VII (facial), IX (glossofaríngeo) y X (vago) como de los axones que emergen del tronco del encéfalo en los nervios craneales correspondientes. Las neuronas preganglionares sacras se originan en la sustancia gris lateral de los segmentos sacros segundo, tercero y cuarto de la médula espinal. No obstante, debido a que el número de células en esa región no basta para formar una protuberancia perceptible, como la observada en la región toracolumbar, no existe un cuerno gris lateral. Los axones mielinizados abandonan la médula espinal en las raíces anteriores de los nervios espinales correspondientes; luego, dejan los nervios espinales S2 a S4 y forman los **nervios pélvicos espláncnicos**. La división parasimpática también se conoce tradicionalmente como *craneosacra*, en clara alusión a los niveles de origen y

partida del SNC.

Las neuronas preganglionares hacen sinapsis con las células posganglionares en los ganglios periféricos que suelen encontrarse próximas a las vísceras que inervan. Las fibras preganglionares en los nervios craneales III, VII y IX se proyectan hacia los ganglios autónomos de la cabeza y se distribuyen solamente en este sitio. Las neuronas preganglionares en el nervio craneal X tienen una amplia distribución hacia en numerosos ganglios cerca de las vísceras en el cuello, la cavidad torácica y gran parte de la cavidad abdominal. Las fibras preganglionares en los nervios pélvicos espláncnicos se proyectan hacia los ganglios de los plexos hipogástricos o de las paredes abdominales inferiores y vísceras pélvicas. Las fibras posganglionares se caracterizan por la ausencia de la capa de mielina y por ser cortas en comparación con las fibras posganglionares simpáticas. La distribución parasimpática se describe con mayor detalle en otros capítulos de este libro.

La eferencia autónoma que emerge de los segmentos sacros de la médula espinal se ha considerado, tradicionalmente, parte de la división parasimpática, como se ha descrito. No obstante, según estudios recientes, desde el punto de vista anatómico los segmentos sacros autónomos forman parte del sistema nervioso simpático. Aunque estas células posganglionares, al igual que las células que activan las glándulas sudoríparas, expresan un fenotipo colinérgico, desde el punto de vista anatómico son fibras simpáticas. Por ello, es más preciso incluir todas las fibras autónomas sacras en la división simpática. Este replanteamiento con respecto a la eferencia sacra se basa en factores neurofisiológicos y no altera la anatomía básica ya descrita. Al momento de preparar este libro, el consenso actual concluye que es más adecuado que los segmentos sacros del SNA se consideren como parte de la división simpática. Con base en esta conclusión, la división simpática incluye la eferencia espinal (T1-L2 más S2-S4) del SNA y la división parasimpática, la eferencia craneal (nervios craneales III, VII, IX, X) del SNA.

AFERENTES VISCERALES

El SNA es una vía motora. Sin embargo, las neuronas sensitivas están íntimamente relacionadas con las fibras autónomas. Las **neuronas viscerales aferentes** son las neuronas sensitivas que transmiten información sobre el ambiente corporal interno a través de reflejos viscerales y la sensación. Los reflejos viscerales regulan la tensión y química sanguíneas, al incidir en las frecuencias cardíaca y respiratoria y en la resistencia vascular. Entre los receptores sensitivos más notables están los quimiorreceptores, los barorreceptores y los osmorreceptores. La actividad visceral normal (motilidad y distensión abdominal, etc.) no produce sensaciones conscientes. No obstante, la actividad anómala (estiramiento excesivo, irritación química, isquemia, etc.) causa sensaciones conscientes de dolor o náuseas.

Las fibras viscerales aferentes mielinizadas de las vísceras torácicas y abdominopélvicas viajan con nervios tanto simpáticos como parasimpáticos. Estas aferencias pasan por los diversos plexos y ganglios autónomos, pero no

hacen sinapsis en ellos. Muchas aferencias viscerales discurren por los troncos simpáticos, después por los nervios espinales a través de los ramos comunicantes blancos, continúan por las raíces posteriores de los nervios espinales y finalmente penetran en la médula espinal (véase [fig. 1-22](#)). Los cuerpos celulares de las neuronas aferentes viscerales se localizan dentro de los ganglios de las raíces posteriores. Otras aferencias viscerales viajan con el nervio vago y penetran en el tronco del encéfalo. Los cuerpos celulares de estas neuronas se ubican dentro de los ganglios sensitivos vagales en la base del cráneo.



Notas clínicas

Dermatomas: inervación segmentaria de la piel

Cada nervio espinal (y por ende cada segmento medular) inerva un área específica de la piel de modo particularmente bien organizado. Un **dermatoma** es el área cutánea inervada por fibras sensitivas somáticas de un solo nervio espinal (figs. 1-24 y 1-25). En el tronco, los dermatomas forman un patrón relativamente sencillo en forma de bandas. En los miembros, la configuración de los dermatomas es más compleja debido a las rotaciones embrionarias que ocurren conforme los miembros crecen desde la pared corporal. Los dermatomas adyacentes se superponen significativamente, sobre todo en el área del tronco. Para producir anestesia total en cualquier dermatoma, es necesario seccionar al menos tres nervios espinales contiguos.

Los médicos deben poseer conocimientos prácticos sobre la inervación dermatómica (segmentaria) de la piel, pues comprender el mapa dermatómico podrá ayudarles a determinar con mayor facilidad si el componente sensitivo de un nervio o segmento particular de la médula espinal funciona de manera adecuada (p. ej., la ausencia de sensibilidad cutánea a nivel del pezón suele relacionarse con un problema que afecta principalmente al cuarto nervio espinal torácico/raíz posterior del nervio/segmento de la médula espinal).

Inervación muscular segmentaria

El músculo esquelético también presenta un patrón de inervación segmentaria. La mayoría de los músculos reciben inervación de dos, tres o cuatro nervios espinales (a través de plexos) y por el mismo número de segmentos de la médula espinal. Por lo tanto, la paralización completa de un músculo determinado implica la lesión de varios nervios espinales o varios segmentos de la médula espinal.

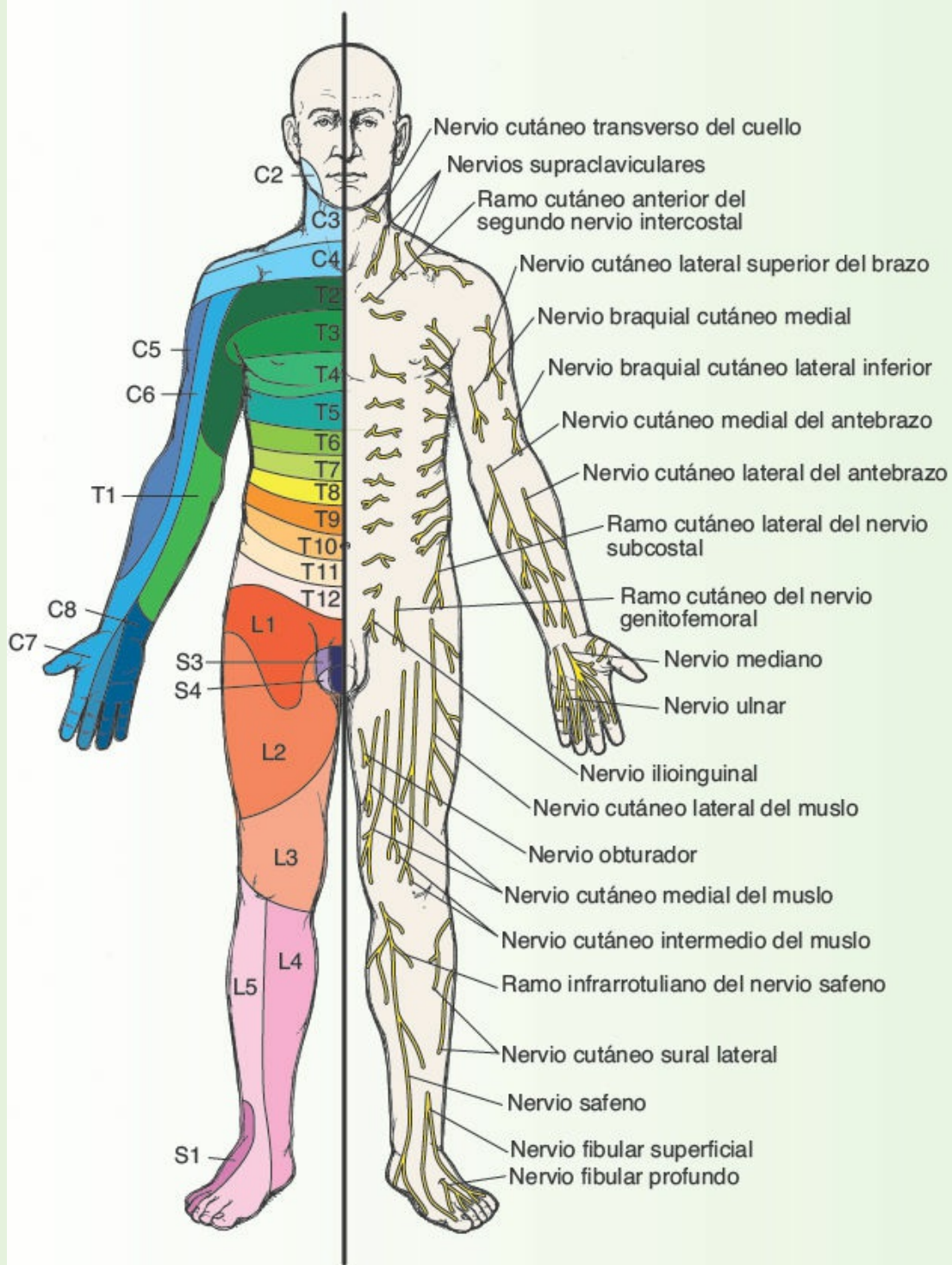


Figura 1-24 Dermatomas y distribución de los nervios cutáneos en la cara anterior del cuerpo.

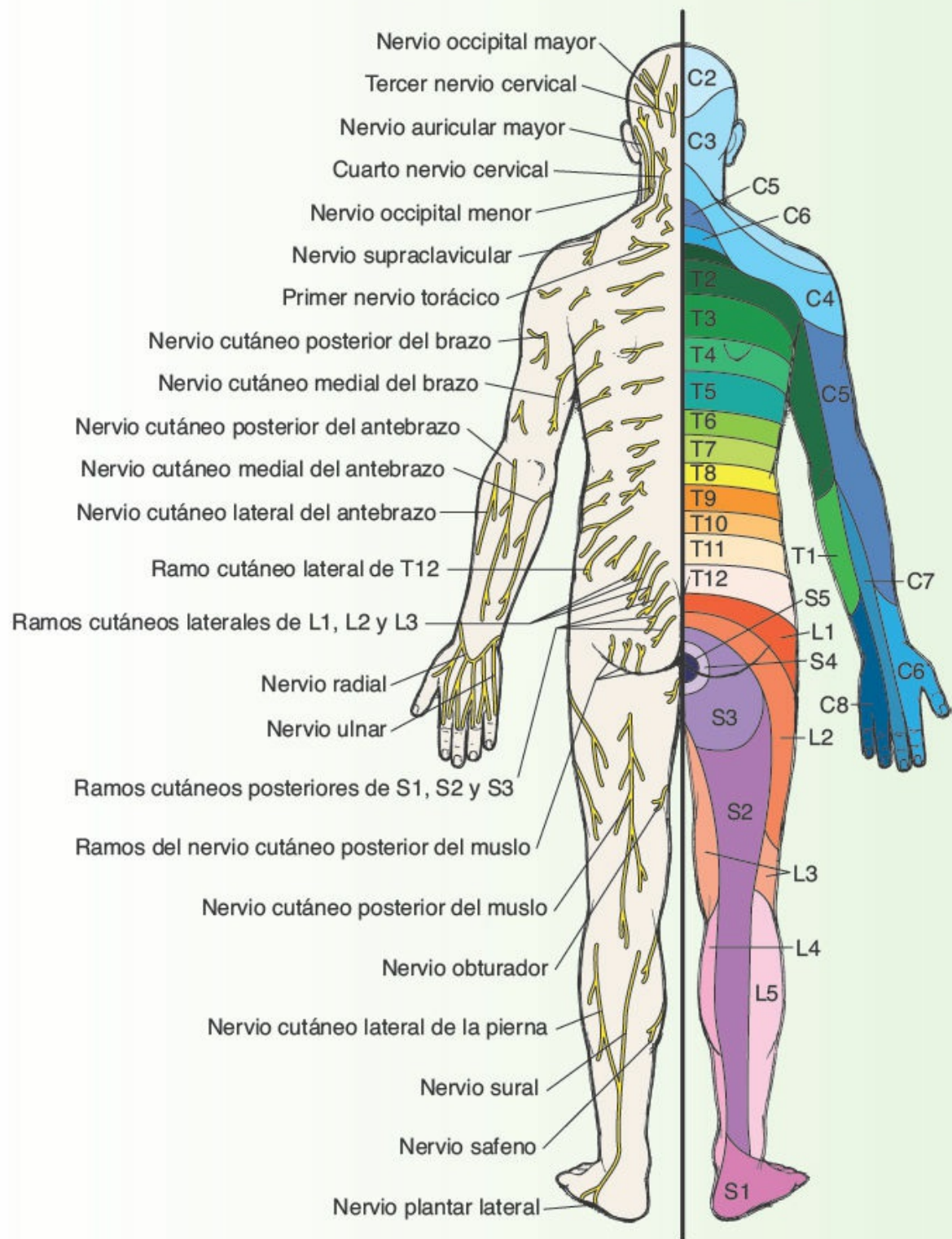


Figura 1-25 Dermatomas y distribución de los nervios cutáneos en la cara posterior del cuerpo.

Memorizar las inervaciones segmentarias de todos los músculos del cuerpo es un reto imposible. Sin embargo, es importante conocer la inervación segmentaria de los siguientes músculos. Esta información permitirá al médico evaluar las estructuras desencadenando sencillos reflejos musculares en el paciente (fig. 1-26):

- **Reflejo del tendón del bíceps braquial.** C5 y C6 (percutir ligeramente el tendón del bíceps produce flexión del codo).
- **Reflejo del tendón tricipital.** C6-C8 (percutir ligeramente el tendón tricipital produce la

extensión del codo).

- **Reflejo del tendón braquiorradial.** C5-C7 (percutir ligeramente la inserción del tendón del músculo braquiorradial produce supinación de las articulaciones radioulnares).
- **Reflejos abdominales superficiales.** Segmento cutáneo de la región abdominal superior T6-T7, segmento cutáneo de la región abdominal media T8-T9 y segmento cutáneo de la región abdominal inferior T10-T12 (rozar la piel produce contracción de los músculos abdominales subyacentes).
- **Reflejo del tendón patelar (reflejo patelar).** L2-L4 (percutir ligeramente el tendón patelar produce la extensión de la rodilla).
- **Reflejo del tendón de Aquiles.** S1 y S2 (percutir ligeramente el tendón de Aquiles produce flexión plantar del tobillo).

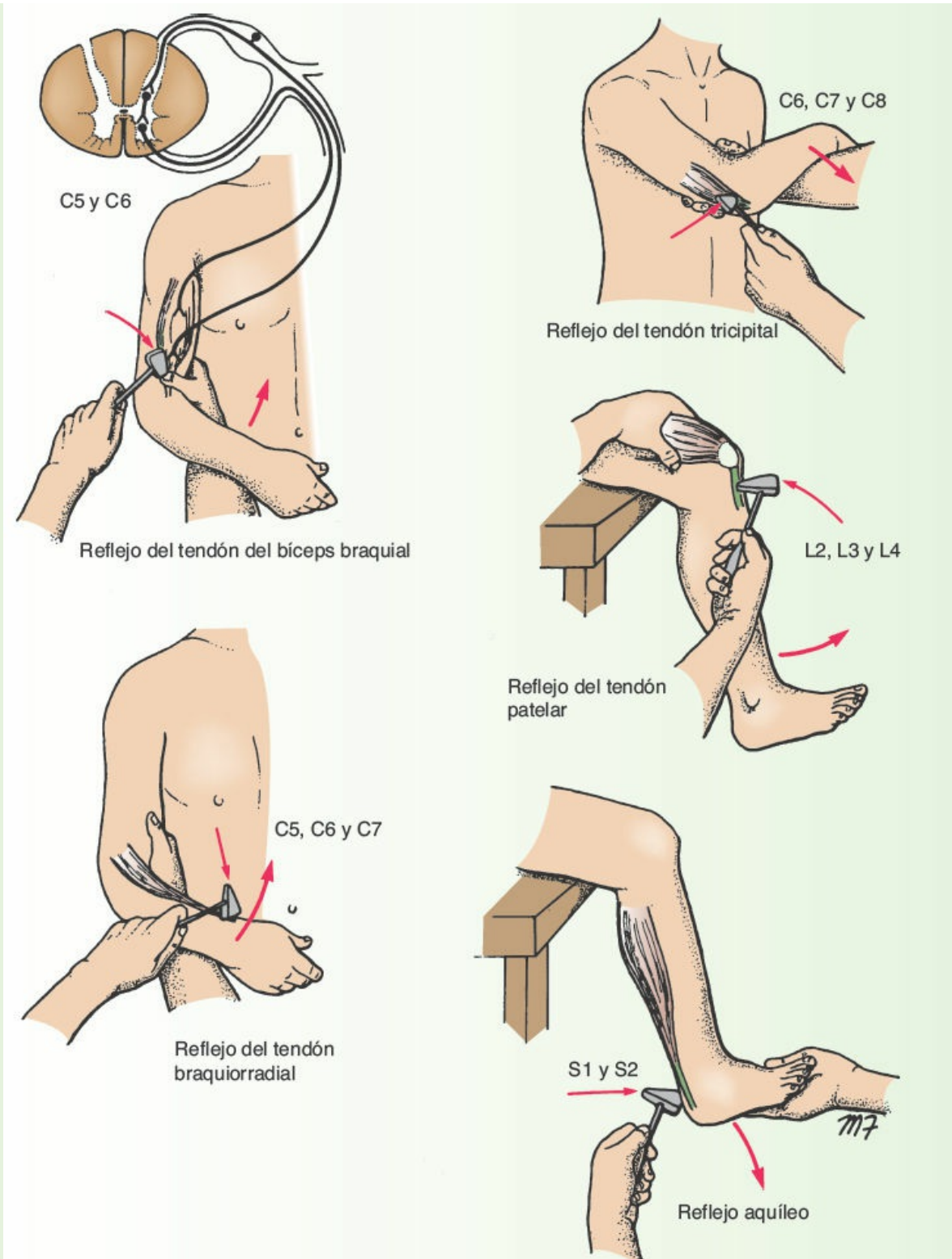


Figura 1-26 Algunos reflejos tendinosos importantes utilizados en la práctica médica.

Modificación clínica de las actividades del sistema nervioso autónomo

Muchos fármacos y procedimientos quirúrgicos pueden modificar la actividad del SNA. Por ejemplo, los medicamentos para disminuir la tensión arterial bloquean las terminaciones de los nervios simpáticos y causan dilatación de los vasos sanguíneos periféricos. En pacientes con arteriopatías graves que afectan las principales arterias del miembro inferior, seccionar la inervación

simpática de los vasos sanguíneos puede ayudar, en ocasiones, a salvar el miembro. Esto produce vasodilatación y permite el paso de suficiente sangre por la circulación colateral, con lo cual se evita la obstrucción.

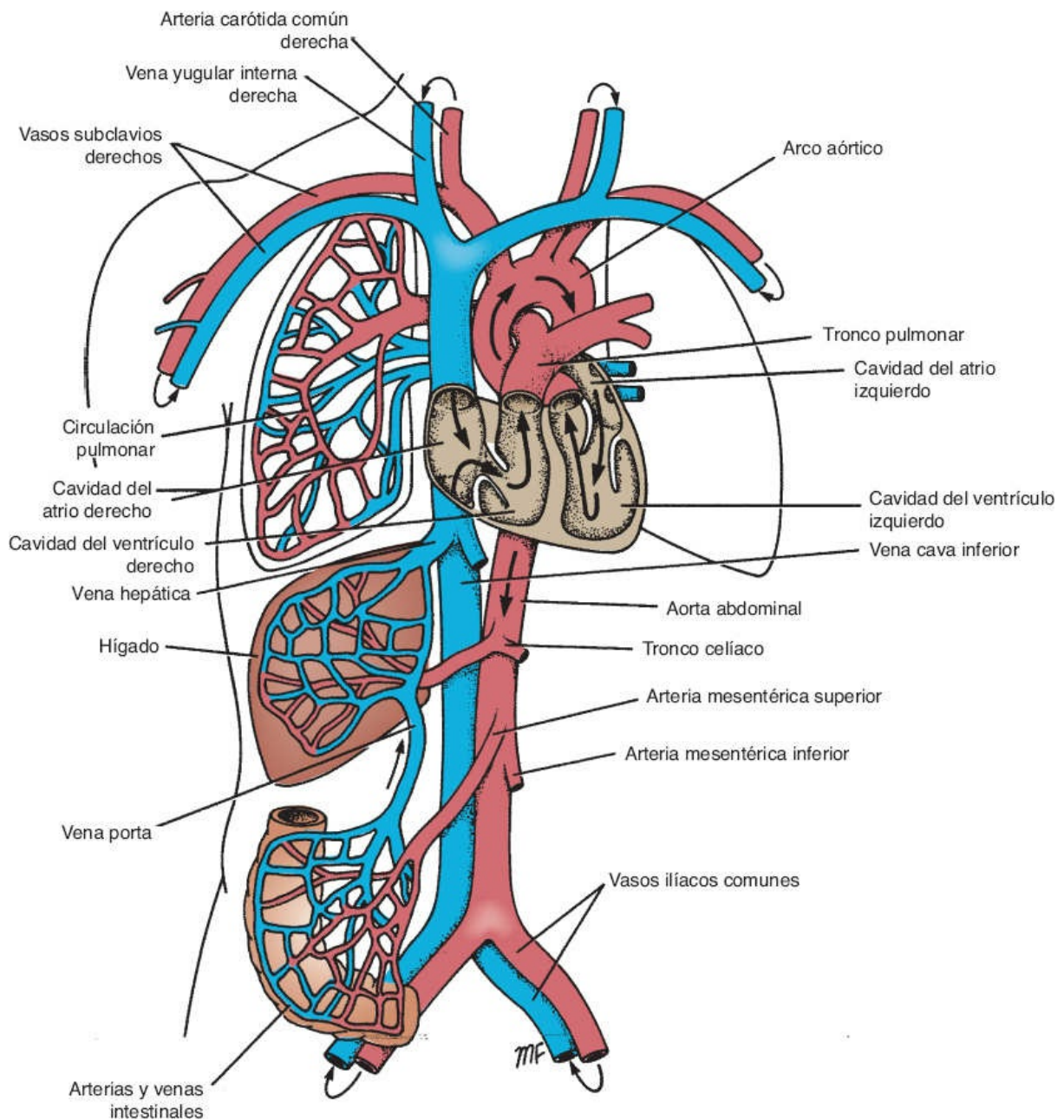


Figura 1-27 Visión general del sistema vascular.

Vasos sanguíneos

Existen tres tipos de vasos sanguíneos: arterias, venas y vasos capilares (fig. 1-27).

Arterias

Las **arterias** transportan la sangre desde el corazón hacia los diversos tejidos del organismo a través de sus ramificaciones. Las arterias de menor tamaño ($<0,1$

mm de diámetro) se conocen con el nombre de **arteriolas** (fig. 1-28B). En algunos casos, las arterias se conectan con otras arterias por medio de ramificaciones comunicantes denominadas **anastomosis** (véase fig. 1-28A). Las arterias no tienen válvulas.

Las **arterias terminales** son vasos sanguíneos cuyas ramificaciones finales no se anastomosan con ramificaciones de arterias adyacentes (véase fig. 1-28C). Son, de hecho, la única fuente de sangre en las áreas específicas de destino. La oclusión de una arteria terminal produce la muerte de los tejidos afectados. Las **arterias terminales funcionales** son vasos sanguíneos cuyas ramificaciones finales sí se anastomosan con las ramificaciones de arterias adyacentes; sin embargo, el diámetro de la anastomosis no basta para mantener el tejido correspondiente con vida en caso de obstrucción de una de las arterias. Lo anterior significa que, aunque entre un poco de sangre en la arteria funcional terminal, no es suficiente para producir efectos funcionalmente significativos.

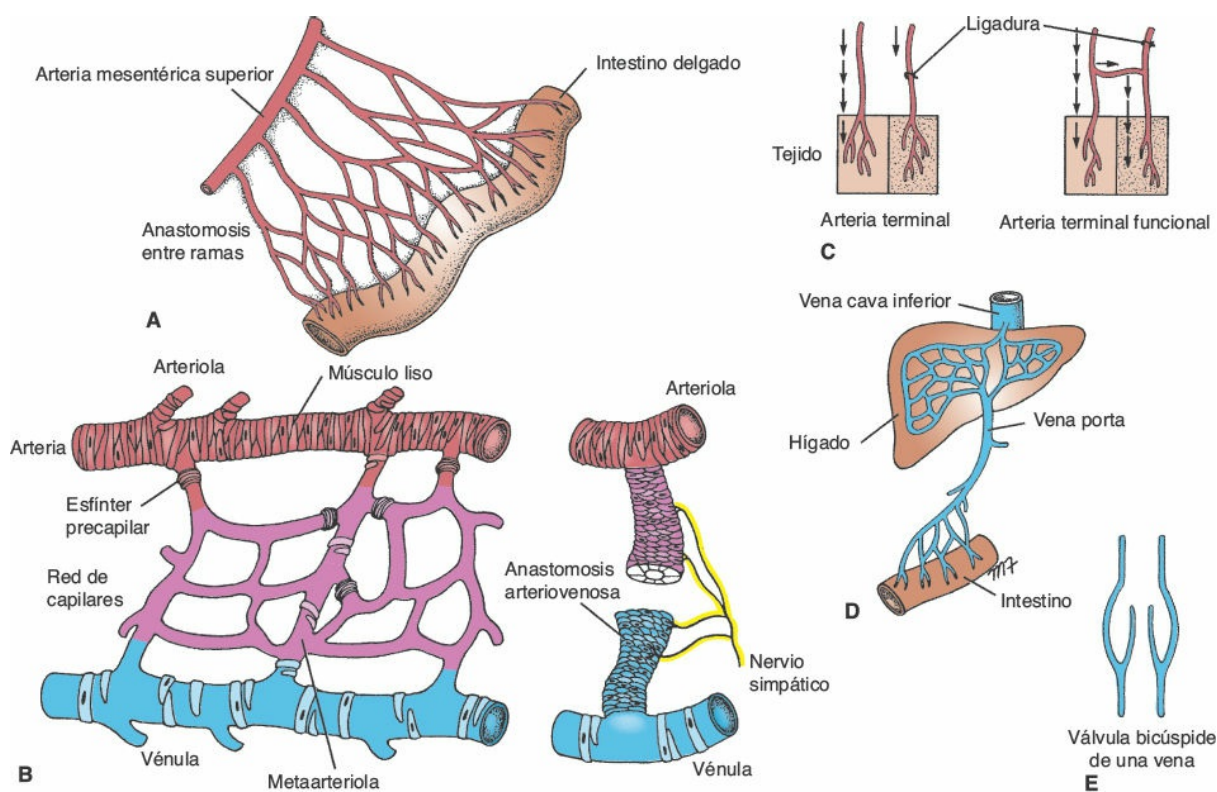


Figura 1-28 Diferentes tipos de vasos sanguíneos y los métodos de unión correspondientes. **A.** Anastomosis entre las ramas de la arteria mesentérica superior. **B.** Red de vasos capilares y anastomosis arteriovenosa. **C.** Arteria terminal y arteria terminal funcional. **D.** Sistema porta. **E.** Estructura de la válvula bicúspide en una vena.

Venas

Las **venas** son vasos que transportan sangre hacia el corazón. Muchas de estas estructuras poseen **válvulas**, cuya función es evitar el descenso de la sangre (véase fig. 1-28E). Las venas más pequeñas se conocen como **vénulas** (véase fig. 1-28B). Venas menores, o tributarias, se unen para formar venas de mayor tamaño, que suelen fundirse entre sí para formar plexos venosos. Con

frecuencia, dos venas acompañan a las arterias profundas de tamaño medio, una a cada lado de la arteria. Estas venas se conocen como **venas satélite**.

Las venas que salen del tubo digestivo no llegan directamente al corazón, sino que convergen en la vena porta. Esta vena penetra el hígado y vuelve a subdividirse en venas de tamaño cada vez menor que, al final, conectan con vasos similares a los capilares, conocidos como **sinusoides**, en el hígado. Así, el **sistema porta** es un conjunto de vasos sanguíneos entre dos lechos capilares.



Notas clínicas

Alteraciones que afectan los vasos sanguíneos

Las alteraciones que afectan los vasos sanguíneos son frecuentes. La anatomía superficial de las arterias más importantes, en particular las de los miembros, se aborda en los apartados correspondientes de este libro. Es importante conocer la circulación colateral de la mayor parte de las grandes arterias y la diferencia entre una arteria terminal y una terminal funcional.

Todas las grandes arterias que pasan por una articulación son propensas a acodarse durante los movimientos de la articulación. No obstante, la circulación sanguínea distal no se interrumpe porque suele haber anastomosis de tamaño adecuado entre las ramas de las arterias que surgen tanto proximal como distalmente. Los conductos sanguíneos alternativos, que se dilatan bajo estas circunstancias, forman la **circulación colateral**. Conocer la existencia y ubicación de estos vasos colaterales será de mucha utilidad en casos como, por ejemplo, ligadura de grandes arterias con daños atribuibles a traumatismos o enfermedades.

Las arterias coronarias son arterias terminales funcionales; cuando se obstruyen por enfermedad (son frecuentes los casos de oclusión de arterias coronarias), el músculo cardíaco, cuyo aporte sanguíneo depende de esas arterias, recibe menos sangre y sufre necrosis. La obstrucción de una gran arteria coronaria suele producir la muerte del paciente (véase el caso clínico al inicio del capítulo).

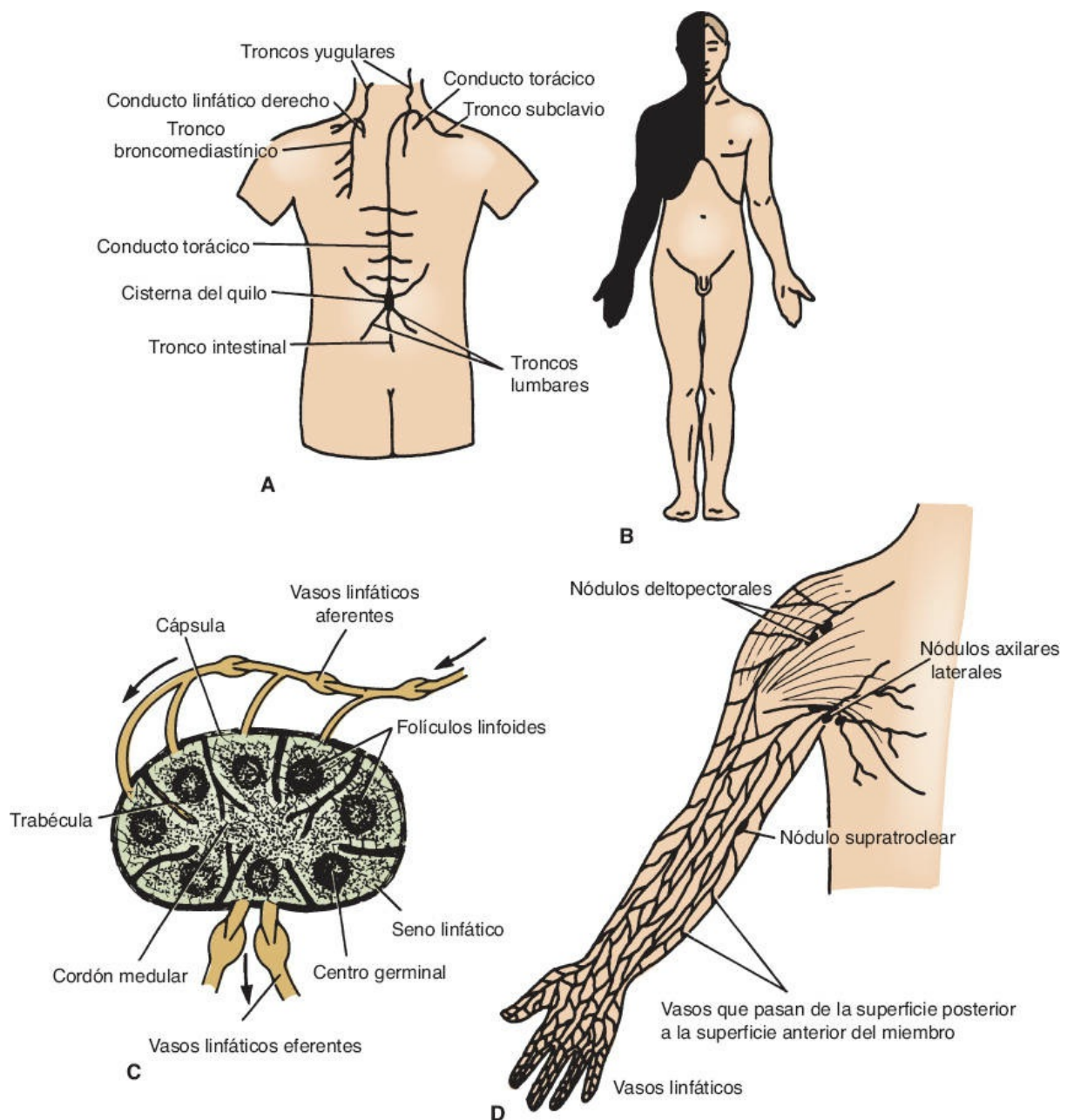


Figura 1-29 Visión general del sistema linfático. **A.** Conducto torácico y conducto linfático derecho con sus venas tributarias principales. **B.** Áreas del cuerpo drenadas por el conducto torácico (*en tono claro*) y por el conducto linfático derecho (*en negro*). **C.** Estructura general de un nódulo linfático. **D.** Vasos linfáticos y nódulos del miembro superior.

Vasos capilares

Los **vasos capilares** son una red de estructuras microscópicas que conectan las arteriolas con las vénulas (véase [fig. 1-28B](#)). Los vasos sinusoides son similares a los capilares dado que ambos tienen paredes delgadas; no obstante, el diámetro transversal de los primeros es irregular y son más anchos que los capilares. Se hallan en la médula ósea, el bazo, el hígado y algunas glándulas endocrinas. En ciertas áreas del cuerpo, principalmente las puntas de los dedos de manos y pies, las venas se conectan directamente con las arterias sin la intervención de los capilares. Los sitios en donde ocurren estas conexiones reciben el nombre de **anastomosis arteriovenosas**.

Sistema linfático

La **linfa** es un tejido líquido incoloro y transparente que se recoge de los tejidos de todo el cuerpo. Consta de una porción líquida y una porción celular, que a su vez está compuesta principalmente de leucocitos (sobre todo, linfocitos). La linfa se recoge en una vasta red de vasos y, finalmente, retorna casi en su totalidad al sistema venoso. El sistema linfático posee dos componentes fundamentales: órganos y vasos ([fig. 1-29](#)).

Los **órganos linfáticos** son los nódulos, las amígdalas, el timo y el bazo. Además, en varios sitios (p. ej., membranas mucosas, intestino) hay agregados localizados de tejido linfático (nódulos linfáticos). Sin embargo, los nódulos linfáticos agregados carecen de la organización suficiente para considerarse órganos. Los órganos linfáticos son fundamentales para la defensa inmunitaria del cuerpo frente a virus y bacterias. Los órganos producen linfocitos, actúan como barrera en contra de microorganismos y patógenos y, en el caso del bazo, filtran la sangre.

Los **vasos linfáticos** son conductos que ayudan al sistema cardiovascular a retirar el tejido líquido de los espacios tisulares del cuerpo. Después, estos vasos devuelven el líquido a la sangre. En esencia, el sistema linfático es un sistema de drenaje con ausencia de circulación. Es posible encontrar vasos linfáticos en todos los tejidos y órganos del cuerpo salvo en los cartílagos, los huesos, el SNC, el globo ocular, el oído interno y la epidermis de la piel.

Los **capilares linfáticos** forman una red de delicados vasos que drenan la linfa de los tejidos. Estos capilares son más grandes y más irregulares que los vasos capilares sanguíneos, poseen pocas válvulas y se encuentran casi en todos los lugares donde hay capilares sanguíneos. Los vasos quilíferos son proyecciones cerradas (sin salida) de los capilares linfáticos en las vellosidades del intestino delgado. Dichas estructuras absorben el quilo (grasa emulsionada) que se produce durante la digestión. Los capilares linfáticos son drenados por pequeños vasos colectores linfáticos, que se unen para formar vasos colectores de mayor tamaño. Los vasos colectores tienden a discurrir en múltiples canales más que individualmente y suelen acompañar a las venas. Asimismo, su superficie tiene un aspecto “en nudos” debido a la presencia de numerosas válvulas en todo su trayecto. Los extremos de las válvulas están dispuestos de modo tal que la linfa solo puede fluir hacia el corazón. Los vasos colectores linfáticos de mayor tamaño reciben el nombre de *troncos* o *conductos linfáticos*. Se trata de importantes vasos linfáticos que son perceptibles a nivel macroscópico durante la disección (p. ej., tronco broncomediastínico, conducto torácico). Antes de reincorporarse al torrente sanguíneo, la linfa atraviesa al menos un nódulo linfático, aunque con frecuencia suelen ser más. Los vasos linfáticos que transportan la linfa hacia el nódulo linfático reciben el nombre de **vasos aferentes**; los que alejan la linfa de los nódulos se llaman **vasos eferentes** (véase [fig. 1-29C](#)).

La linfa fluye impulsada por fuerzas extravasales, como por ejemplo, las presiones producidas por los músculos adyacentes o la presión negativa que se

origina durante la inspiración. Cuando se obstruye la circulación de la linfa en un área determinada, se acumula líquido tisular en ese punto. La acumulación excesiva y anómala de líquido recibe el nombre de **linfedema**. Casi toda la linfa se reincorpora al sistema venoso en la confluencia de las venas yugular interna y subclavia internas en la base del cuello de cada lado del cuerpo. La linfa del cuadrante superior derecho del cuerpo (cabeza, cuello, miembro superior y tórax por encima del ombligo) se deposita en varios troncos, que penetran por separado al sistema venoso del lado derecho. En algunas ocasiones, estos vasos se unen para formar un solo conducto linfático derecho, que drena al sistema venoso (véase [fig. 1-29A](#)). La linfa del resto del cuerpo fluye hacia el conducto torácico, que drena en el lado izquierdo del sistema venoso. La disposición de los conductos linfáticos es sumamente variable. La cisterna del quilo (saco dilatado que forma el origen del conducto torácico) podría considerarse como un simple plexo de vasos en la región lumbar superior. Asimismo, el conducto torácico suele poseer pocas válvulas e, incluso, carecer de ellas.

Los principales conductos linfáticos tienden a discurrir en paralelo con los vasos sanguíneos, salvo en la cavidad torácica. Por ello, comprender la anatomía del sistema vascular sanguíneo ayuda a identificar las principales vías de drenaje linfático. Los conductos de drenaje linfático más importantes se resumen en la [tabla. 1-8](#).

Membranas mucosas y serosas

Una **membrana mucosa** es una capa de tejido que reviste la superficie luminal de un órgano o conducto y se comunica con la superficie corporal. Está compuesta básicamente por una capa de epitelio sostenida por otra capa de tejido conjuntivo, la lámina propia. En ocasiones, el tejido conjuntivo se compone también de músculo liso, lo cual se denomina *muscular de la mucosa*. Las membranas mucosas pueden o no secretar moco en sus superficies.

Las **membranas serosas** revisten las cavidades torácica y abdominopélvica del tronco y se repliegan en las vísceras móviles que yacen en el interior de estas cavidades ([fig. 1-30](#)). Están compuestas por una capa lisa de mesotelio sostenida por una delgada capa de tejido conjuntivo. La membrana serosa que reviste la pared de la cavidad recibe el nombre de **capa parietal**, y la que cubre las vísceras, **capa visceral**. El espacio estrecho de tipo hendidura que separa estas capas forma los espacios pleural, pericárdico y peritoneal, y contiene una pequeña cantidad de **líquido seroso**, un exudado de la membrana serosa. El líquido seroso lubrica las superficies de las membranas y permite que las dos capas se deslicen una sobre la otra. Las regiones de encuentro de las membranas serosas forman mesenterios, epiplones y ligamentos serosos, que se describen en otros capítulos de este libro.

Tabla 1-8 Principales conductos y vías de drenaje linfático

--	--

CONDUCTO LINFÁTICO	ruta de drenaje
Miembros	La linfa sigue el trayecto de las venas principales (p. ej., vena basilica a vena axilar a vena subclavia).
Paredes toracoabdominales superficiales (subcutáneas)	La linfa sigue el trayecto de los vasos sanguíneos subcutáneos (p. ej., arteria torácica lateral a arteria axilar; vena epigástrica superficial a vena femoral).
Paredes toracoabdominales profundas	La linfa sigue el trayecto de los vasos sanguíneos principales (p. ej., vasos intercostales, vasos torácicos internos).
Vísceras torácicas	La linfa sigue el trayecto del árbol respiratorio (p. ej., nódulos broncopulmonares a nódulos traqueobronquiales y tronco broncomediastínico).
Vísceras abdominopélvicas	La linfa sigue el trayecto de los árboles arteriales (p. ej., nódulo gástrico a nódulo celiaco a cisterna del quilo).



Notas clínicas

Alteraciones que afectan el sistema linfático

El sistema linfático por lo general queda relegado en los cursos tradicionales de anatomía porque resulta difícil de observar en cadáveres. No obstante, es muy importante para el personal de atención sanitaria debido a que los nódulos linfáticos pueden inflamarse como resultado de una metástasis o de un tumor primario. En consecuencia, es importante conocer el drenaje linfático de los principales órganos del cuerpo, inclusive de la piel.

Un paciente podría quejarse de inflamación atribuible al crecimiento de un nódulo linfático. El médico debe conocer las áreas del cuerpo que drenan su linfa a un nódulo en particular para poder identificar el sitio primario de enfermedad. Los pacientes suelen ignorar la enfermedad primaria, que podría ser un pequeño carcinoma cutáneo indoloro.

Por otro lado, si el paciente se quejara de una úlcera en la lengua, por ejemplo, el médico debería conocer el drenaje linfático de dicha estructura para poder determinar si la enfermedad se ha propagado más allá de sus límites.

La capa parietal de la membrana serosa se desarrolla de la somatopleura (capa celular interna de mesoderma) y está innervada por una gran cantidad de nervios espinales. Por esta razón, es sensible a todas las sensaciones comunes, como el tacto y el dolor. La capa visceral se desarrolla de la esplacnopleura (capa celular interna de mesoderma) y se encuentra innervada por nervios viscerales aferentes. Si bien no es sensible a las sensaciones de tacto y temperatura, sí detecta el estiramiento.

Efectos del sexo, la edad y la raza en la estructura

La anatomía descriptiva tiende a concentrarse en formas estables. El personal de atención sanitaria debe tener presente, en todo momento, que existen diferencias raciales y que la estructura y función corporales cambian conforme la persona crece y envejece.

En general, el hombre adulto suele tener mayor estatura que la mujer, así como piernas más largas. Sus huesos son más grandes y pesados y sus músculos, más largos. En general, el hombre tiene menos grasa subcutánea, por lo que su aspecto es más angulado. Su laringe es de mayor tamaño y las cuerdas vocales son más largas, de modo que la voz es más grave. Hay presencia de barba y vello corporal grueso, así como de vello axilar y púbico; este último se extiende hasta la región del ombligo.

La mujer adulta tiende, en general, a tener una menor estatura, así como huesos de menor tamaño y músculos menos voluminosos. Tiene mayor grasa subcutánea y depósitos grasos en pecho, glúteos y músculos, lo cual le confiere un aspecto más redondeado. El cabello femenino es más fino y la piel tiene una textura más lisa. La mujer tiene también vello axilar y púbico, pero este no se extiende hasta el ombligo. En la mujer adulta, las mamas son de mayor tamaño y la pelvis es más ancha que en el hombre. El ángulo de transporte del codo es más amplio, lo cual se traduce en una mayor desviación lateral del antebrazo en el brazo.

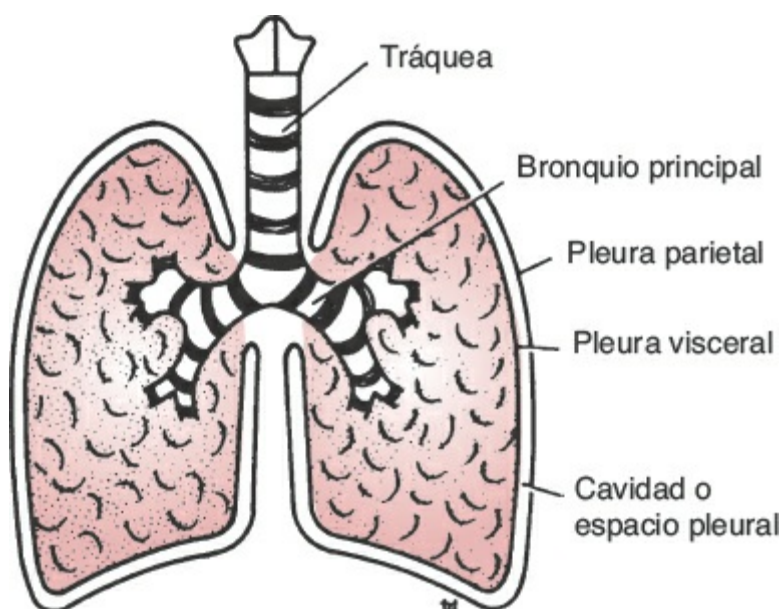


Figura 1-30 Disposición de la pleura dentro de la cavidad torácica. Nótese que en condiciones normales la cavidad pleural es semejante a una hendidura. Las capas parietal y visceral de la pleura se encuentran separadas por una pequeña cantidad de líquido seroso.



Notas clínicas

Trastornos inflamatorios de las membranas mucosas y serosas

Los trastornos inflamatorios de las membranas mucosa y serosa son frecuentes. La **rinitis**, también conocida como *resfriado común*, es la inflamación de la membrana mucosa nasal, y la **pleuresía**, la inflamación de las capas visceral y parietal de la pleura.

Hasta los ~10 años, los niños y niñas crecen más o menos a la misma

velocidad. Alrededor de los 12 años, los niños empiezan a crecer más rápido, de modo que la mayoría de los varones acaban siendo más altos que las mujeres en la edad adulta. La pubertad inicia entre los 10 y 14 años en las niñas y entre los 12 y 15 años en los niños. Durante la pubertad femenina, las mamas crecen y la pelvis se ensancha. En el niño, el pene, los testículos y el escroto aumentan de tamaño. Tanto en hombres como en mujeres aparece vello axilar y púbico.



Notas clínicas

Importancia clínica de la edad en la estructura

Aunque parezca obvio, el hecho de que la estructura y la función corporales cambian con la edad suele pasarse por alto. He aquí algunos ejemplos de estos cambios:

1. En comparación con el adulto, los huesos del cráneo del lactante poseen mayor capacidad de recuperar su forma tras estar sometidos a una fuerza opresiva. Por esta razón, las fracturas craneales son mucho más frecuentes entre adultos que entre niños pequeños.
2. El tamaño relativo del hígado infantil es mucho mayor que el del adulto. En el lactante, el margen inferior del hígado se extiende inferiormente y queda situado en una posición más baja que la del hígado adulto. Esta consideración es importante al diagnosticar hepatomegalia.
3. La vejiga urinaria del niño no se aloja por completo en la pelvis debido a que el espacio alrededor de la cavidad pélvica es reducido; en ese caso, la vejiga se ubica en la región inferior de la cavidad abdominal. Conforme el niño crece, el espacio en la cavidad pélvica aumenta y la vejiga desciende para convertirse en un órgano pélvico real.
4. Al momento de nacer, la médula ósea es roja. Con el crecimiento, la médula roja de los huesos de los miembros se va retrayendo, de modo que, al llegar a la edad adulta, se concentra en los huesos de la cabeza, en el tórax y en el abdomen.
5. Los tejidos linfáticos alcanzan su máximo grado de desarrollo durante la pubertad y, a partir de entonces, se empiezan a atrofiar. Es por eso que los adultos mayores tienden a presentar una disminución considerable de este tipo de tejido.

Las diferencias raciales suelen manifestarse en el color de la piel, el cabello y los ojos y en la forma y el tamaño de los ojos, la nariz y los labios.

Tras el nacimiento y durante la infancia, las funciones corporales se tornan cada vez más eficientes y alcanzan su máximo en la juventud. En la edad adulta tardía y en la vejez, las funciones corporales se deterioran.

TÉCNICAS DE IMAGEN

Las **técnicas de imagen** son una serie de procedimientos usados para visualizar el cuerpo con fines médicos. La **radiología** es una técnica de imagen que utiliza radiaciones de alta energía para diagnosticar y tratar enfermedades. Entre las fuentes de energía radiante se encuentran las radiaciones ionizantes (rayos X), los radionúclidos, la resonancia magnética nuclear, la ecografía, entre otros. Las técnicas de imagen que se utilizan con mayor frecuencia en medicina son las siguientes:

1. Radiografía convencional (rayos X)
2. Tomografía computarizada (TC)

3. Resonancia magnética (RM)
4. Ecografía (ultrasonografía)
5. Técnicas de imagen en medicina nuclear

Wilhelm Roentgen, físico holandés, estableció las bases de la imagen médica en 1895, cuando descubrió una nueva forma de radiación mientras experimentaba con el comportamiento de los tubos de rayos catódicos. Descubrió por accidente que con la radiación que había logrado producir era posible obtener imágenes de los huesos de su mano. Estas imágenes, además, podían capturarse en papel fotográfico. Roentgen llamó a esta radiación “rayos X”, y su trabajo sentó las bases de la ciencia de la radiología. Más tarde, los rayos X recibieron el nombre de “rayos Roentgen” y durante mucho tiempo la ciencia de la radiología se conoció como “roentgenología”.

Los rayos X son una forma de energía electromagnética, que guarda muchas similitudes con la luz visible. La diferencia fundamental entre los rayos X y otras partes del espectro electromagnético es el intervalo de las longitudes de onda. Los rayos X tienen longitudes de onda relativamente cortas, producen más energía y poseen mayor capacidad de penetrar distintas sustancias.

Radiografía convencional (rayos X)

La **radiografía** es la técnica de imagen que utiliza rayos X. En la **radiografía convencional (radiografía simple)**, un haz de luz (rayos X) pasa a través del cuerpo del paciente y se proyecta en una placa o en otro dispositivo de detección (p. ej., un monitor) sin mediación de ninguna técnica de refinamiento especial (p. ej., medios de contraste). Los rayos X transiluminan el cuerpo del paciente y se absorben, se reflejan o atraviesan en intensidades variables, según las distintas densidades y grosores de los tejidos en la trayectoria del haz de luz.

Los tejidos/estructuras más densos (p. ej., tejido óseo compacto) absorben o reflejan más rayos X que los tejidos/estructuras menos densos (p. ej., grasa). Por ello, en sustancias más densas, la cantidad de rayos X que penetran en el sujeto y alcanzan a llegar a la placa/detector son menores. Y viceversa.. El mismo principio es aplicable para el grosor de una sustancia dada (p. ej., en muestras más gruesas de tejido óseo compacto penetran menos rayos X, en comparación con muestras más delgadas).

La placa de rayos X/detector actúa como un negativo fotográfico. Cuantos menos rayos X alcancen la placa, menos intensa será la reacción con la película de esta. Lo anterior produce un área transparente y brillante (blanca) en la placa. Cuantos más rayos X contacten con la placa, más intensa será la reacción con esta, lo cual producirá un área más oscura en la placa. Se dice que las sustancias más densas son **radioopacas**. Por otro lado, las sustancias de menor densidad se describen como **radiolúcidas**. Las sustancias más densas (p. ej., tejido óseo compacto) son radioopacas y aparecen en blanco sobre la placa. Las sustancias menos densas (p. ej., aire) son radiolúcidas y aparecen en negro sobre la placa (fig. 1-31).



Notas embriológicas

Embriología y anatomía clínica

La embriología brinda las bases para entender la anatomía del adulto y explica muchas de las anomalías congénitas frecuentes en la medicina clínica. A continuación se ofrece un breve resumen de las primeras etapas de desarrollo embrionario. Algunos capítulos incluyen descripciones más detalladas del desarrollo de distintos órganos.

Una vez que el espermatozoide ha fecundado al óvulo, se forma una sola célula llamada **cigoto**. El cigoto experimenta una rápida serie de divisiones mitóticas sucesivas, que vienen acompañadas por la formación de células de menor tamaño. Las células dispuestas en el centro reciben el nombre de **masa celular interna** y son las que finalmente forman los tejidos del embrión. Las células externas, denominadas **masa celular exterior**, forman el **trofoblasto**, que desempeña una función destacada en la formación de la placenta y las membranas fetales.

Las células destinadas a formar el embrión se organizan para constituir un **disco embrionario bilaminar**, compuesto de dos capas germinales. La capa superior recibe el nombre de **ectodermo**, y la inferior, **endodermo**. Conforme va creciendo, el disco embrionario adopta forma pera, y aparece una estrecha línea en el ectodermo, conocida como línea primitiva, en su cara dorsal. La proliferación posterior de las células de la línea primitiva forma una capa de células que se extenderá entre el ectodermo y el endodermo para formar la tercera capa germinal, el **mesodermo**.

Ectodermo

El engrosamiento adicional del ectodermo da lugar a la formación de una lámina de células en la cara dorsal del embrión, conocida como **placa neural**. La placa se hunde por debajo de la superficie del embrión para conformar el **tubo neural**, que, en última instancia, dará origen al SNC. El resto del ectodermo forma la **córnea**, la **retina** y el **crystalino** del ojo y el **laberinto membranoso** del oído interno. El ectodermo constituye la **epidermis** de la piel; las **uñas** y el **cabello**; las **células epiteliales** de las glándulas sebáceas, sudoríparas y mamarias; la **membrana mucosa** que reviste la boca, las cavidades nasales y los senos paranasales; el **esmalte** de los dientes; la **hipófisis** y los **alvéolos** y los **conductos** de las glándulas parótidas; la **membrana mucosa** de la mitad inferior del canal anal; y las porciones terminales del **aparato genital** y de las **vías urinarias masculinas**.

Endodermo

Con el desarrollo, el endodermo origina las siguientes estructuras: **revestimiento epitelial del tubo digestivo** desde la cavidad bucal hasta la mitad del canal anal y el **epitelio** de las glándulas que se desarrollan a partir de él (**glándula tiroidea**, **glándulas paratiroides**, **timo**, **hígado** y **páncreas**) y los revestimientos epiteliales de las **vías respiratorias**, el **conducto faringotimpánico** y el **oído medio**, la **vejiga urinaria**, partes de la **uretra** femenina y masculina, las **glándulas vestibulares mayores**, la **próstata**, las **glándulas bulbouretrales** y la **vagina**.

Mesodermo

El mesodermo se diferencia en tres regiones: mesodermo paraaxial, mesodermo intermedio y mesodermo lateral. El **mesodermo paraaxial** está situado inicialmente a cada uno de los lados de la línea media del embrión. Se segmenta y forma los **huesos**, los **cartílagos** y los **ligamentos** de la **columna vertebral** y parte de la **base del cráneo**. Algunas células forman el músculo esquelético de su propio segmento; otras migran por debajo del ectodermo y participan en la formación de la dermis y los tejidos subcutáneos de la piel.

El **mesodermo intermedio** es una columna de células a cada lado del embrión, que se conectan medialmente al mesodermo paraaxial y lateralmente al mesodermo lateral. Da lugar a partes del **aparato genitourinario**.

El **mesodermo lateral** se divide en una capa somática y una capa esplácnica asociadas con el ectodermo y el endodermo, respectivamente. Se encuentra alrededor de una cavidad dentro del embrión llamada **celoma intraembrionario**. Con el desarrollo, el celoma forma las cavidades **pericárdica**, **pleural** y **peritoneal**.

Además, el mesodermo embrionario da lugar a los músculos **liso**, **voluntario** y **cardíaco**; a todas

las formas de **tejido conjuntivo**, inclusive cartílago y hueso; **a las paredes de los vasos sanguíneos** y a los **glóbulos**; a las **paredes de vasos los linfáticos** y al **tejido linfático**; a las **membranas sinoviales** de las articulaciones y las bolsas sinoviales; y a la **corteza suprarrenal**.

Las partes corporales bajo estudio deben estar tan cerca como sea posible de la placa/detector. Cuanto más cerca se encuentren (más lejos del proyector de luz), mayor será la resolución, nitidez y claridad de la imagen resultante. Cuanto más alejadas (más cerca del proyector de luz), mayor será su tamaño y menor su nitidez. Por ello, las partes corporales en estudio deben situarse cerca de la placa/detector a fin de maximizar la resolución y minimizar las variaciones (artificios) por ampliación.

En terminología estandarizada, la dirección del haz de luz proyectado en el cuerpo del paciente produce una proyección específica en la radiografía. En una **proyección posteroanterior (PA)**, el proyector de rayos X se encuentra posterior al paciente y la placa/detector se ubica en sentido anterior. El haz de luz atraviesa el cuerpo del paciente desde la cara posterior hacia la anterior ([fig. 1-32A](#)). En una **proyección anteroposterior (AP)** ocurre lo contrario. En una **proyección lateral u oblicua**, el lado del paciente más cercano a la placa/detector definirá la proyección de la radiografía (*véase* [fig. 1-32B](#)). Por ejemplo, en una radiografía lateral izquierda del tórax, el lado izquierdo del torso del paciente se coloca más cerca de la placa/detector y los rayos X se proyectan desde el lado derecho del paciente y hacia su izquierda.

Debido a que las radiografías convencionales producen imágenes bidimensionales de estructuras tridimensionales, muchas estructuras aparecen superpuestas en una misma proyección. Por esta razón, la mayoría de los estudios radiográficos incluyen al menos dos proyecciones que forman ángulos rectos entre sí (denominadas **vistas ortogonales**); de este modo las estructuras individuales se identifican y definen mejor.

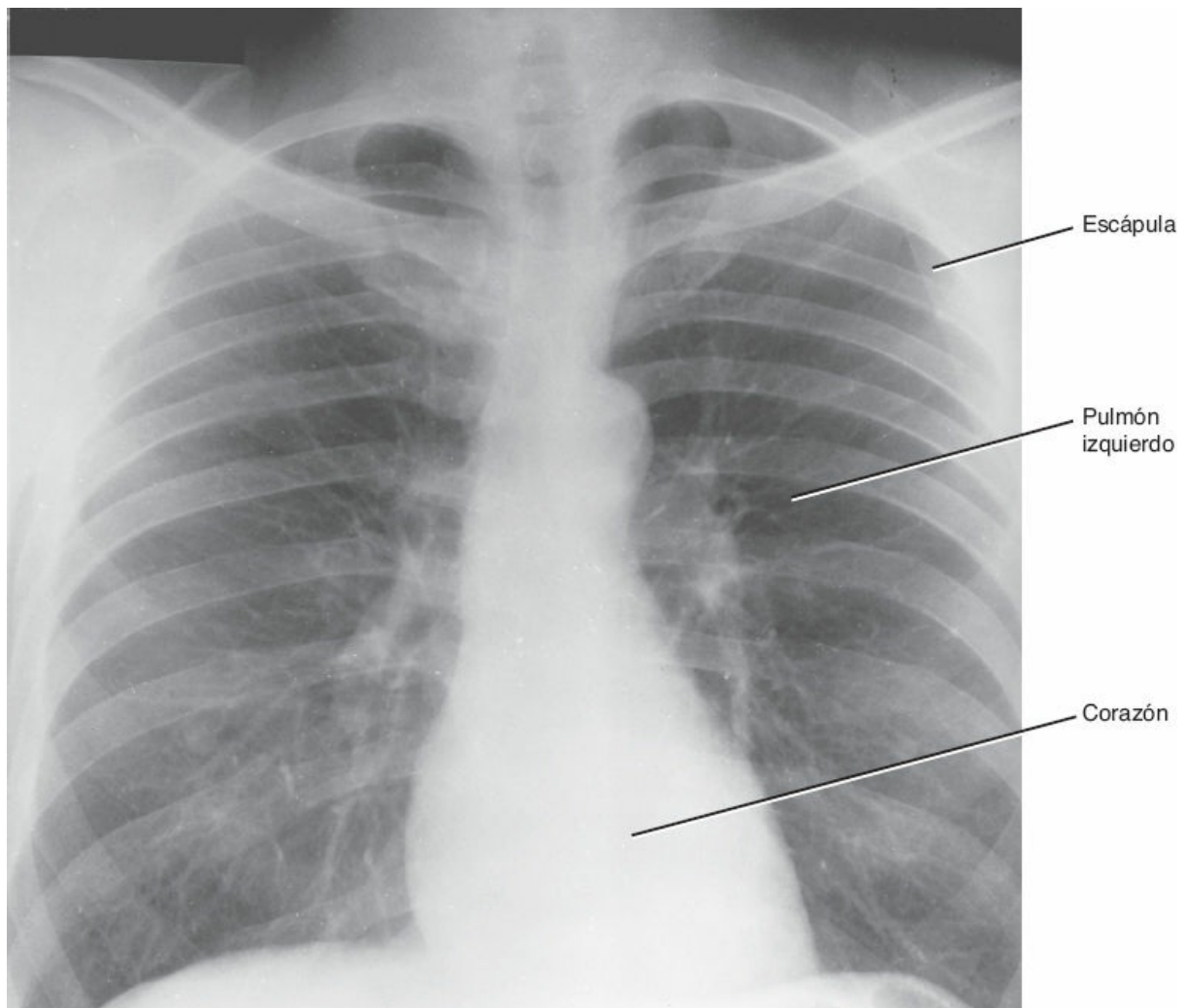


Figura 1-31 Radiografía convencional (simple) del tórax. En esta proyección PA, los tejidos radioopacos de mayor densidad o grosor (p. ej., escápula, corazón) figuran en *blanco* mientras que las estructuras radiolúcidas de menor densidad o grosor (p. ej., pulmones) figuran en *negro*.

Tomografía computarizada

Tanto en la radiografía convencional como en la **tomografía computarizada (TC)** se proyectan rayos X para transiluminar el cuerpo del paciente. En la TC, el proyector de rayos X y el detector giran alrededor del eje del cuerpo para crear varias imágenes superpuestas de los planos individuales del cuerpo. Un ordenador reconstruye las imágenes y produce una sola vista de cada plano. En ocasiones, aunque no siempre, la TC se utiliza para producir imágenes de secciones transversas a lo largo del eje longitudinal del tórax o los miembros del cuerpo (fig. 1-33). Estas imágenes se conocen con el nombre de **tomografías axiales**. Dado que las TC utilizan rayos X, las imágenes resultantes son muy similares a las radiografías convencionales: las estructuras de mayor densidad aparecen en blanco; y las de menos densidad, en tonos oscuros.

En el análisis de una tomografía axial computarizada, cada imagen se muestra desde la cara inferior. La vista que se obtiene, pues, emula la perspectiva del médico quien, al pie de la cama del paciente, mira hacia arriba,

en dirección a la cabeza del paciente, quien se encuentra en posición supina (boca arriba). Es importante señalar que, en esta vista, la orientación es en relación con el paciente. Así, el lado derecho del médico es el lado izquierdo del paciente y las direcciones se aplican de acuerdo con la posición anatómica de este último.

Resonancia magnética

En la **resonancia magnética (RM)**, se proyectan impulsos de radiofrecuencia dentro de un fuerte campo magnético para excitar los protones libres dentro de los tejidos del paciente. Las señales de energía emitidas por la excitación y la densidad diferenciales de los protones (señales tisulares) se recogen en el ordenador y se reconstruyen para generar las imágenes. Cuando se modifican las proyecciones o las series de impulsos de radiofrecuencia, se producen variaciones en el aspecto de los tejidos mostrados en las imágenes. En cualquier caso, la resonancia magnética es la técnica con los mejores resultados en cuanto a similitud entre las imágenes resultantes y las secciones anatómicas correspondientes. La resonancia magnética destaca, en particular, por producir excelentes imágenes de tejidos blandos sin el uso de radiaciones ionizantes. La resonancia magnética es una herramienta muy útil para el diagnóstico de anomalías de los tejidos blandos y traumatismos, como por ejemplo, hernias de discos intervertebrales ([fig. 1-34](#)).

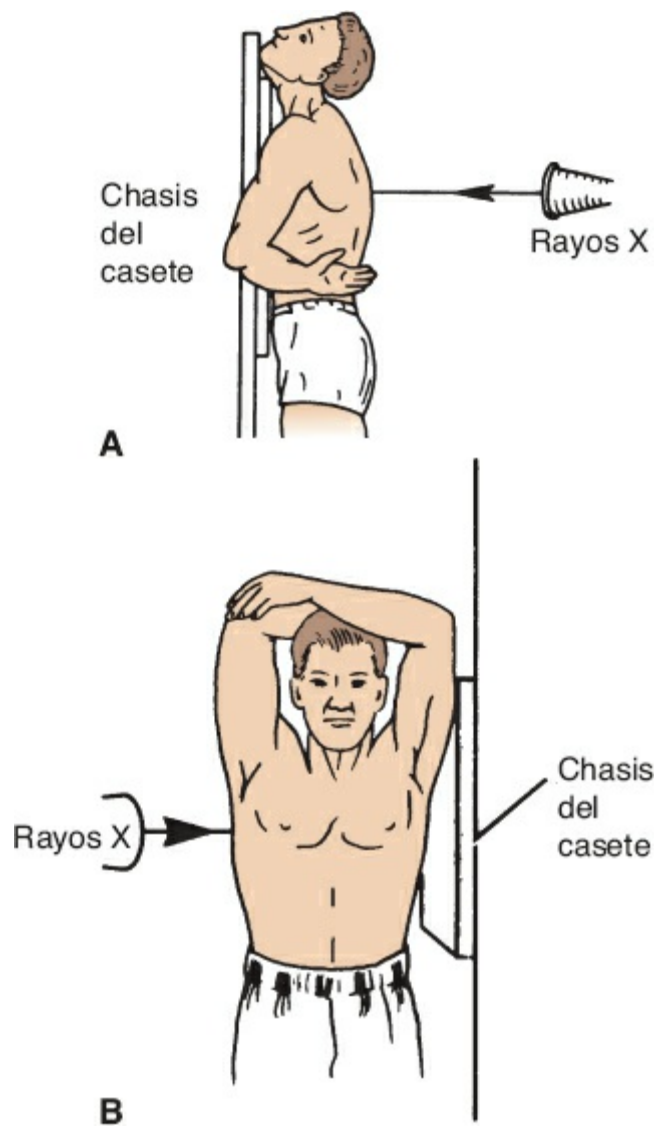


Figura 1-32 Orientación direccional en radiografías convencionales. Nótese la posición del paciente en relación con la fuente de rayos X y el chasis del casete. **A.** Proyección PA. **B.** Proyección lateral izquierda.

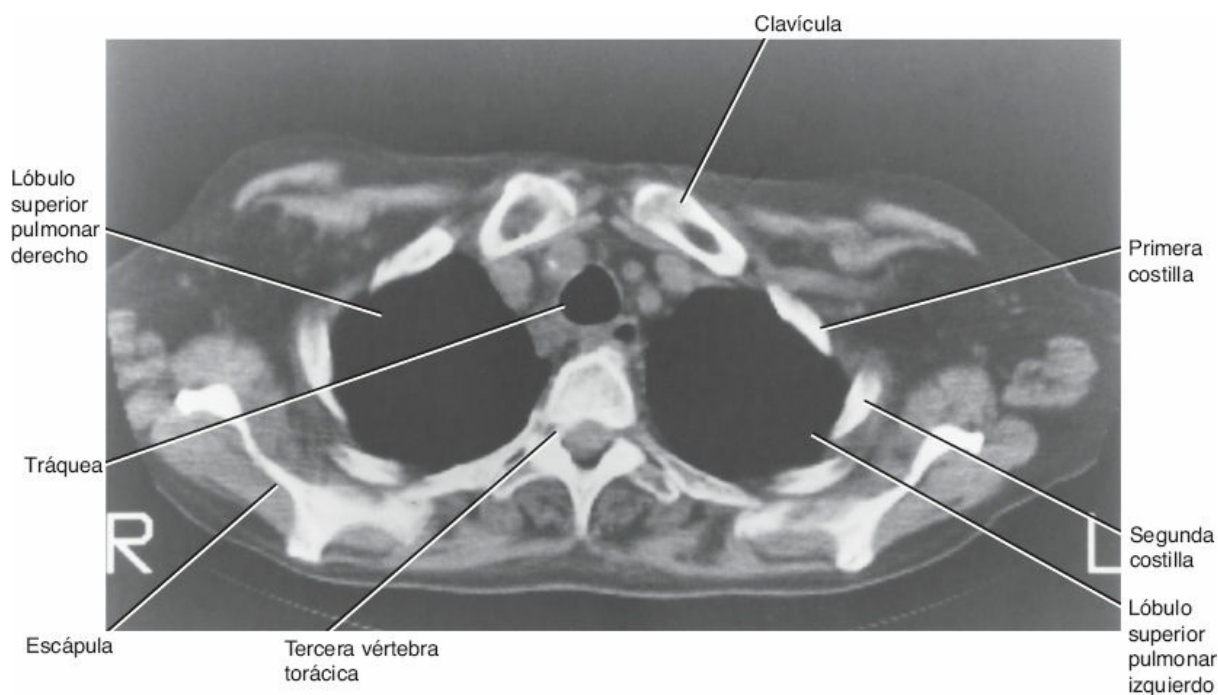


Figura 1-33 TC de la región superior del tórax. El lado izquierdo del paciente aparece en la porción derecha de la imagen. Los tejidos más densos figuran en *blanco*, mientras que los menos densos, en *gris* o *negro*.

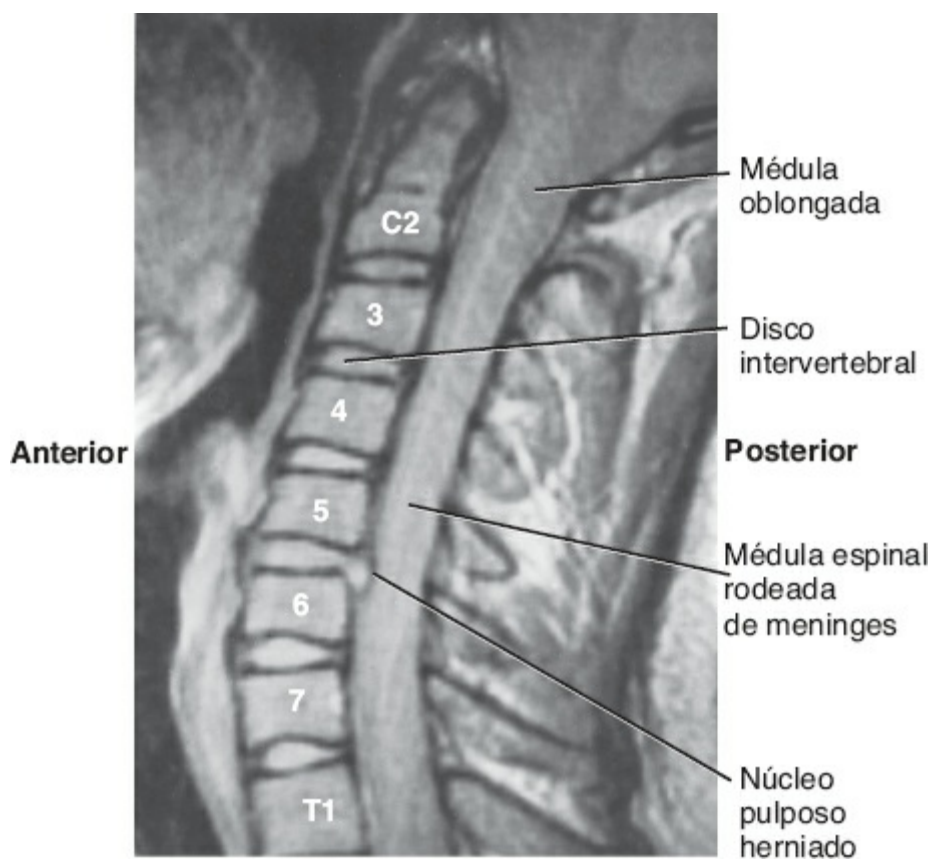


Figura 1-34 Resonancia magnética de la región cervical. Nótese la clara presencia de una hernia de disco intervertebral.

Las resonancias magnéticas pueden reconstruirse en cualquier plano del

cuerpo para producir una gran variedad de visiones.

Dado el uso de fuertes campos magnéticos, es necesario llevar a cabo revisiones de seguridad (p. ej., objetos metálicos) antes de iniciar el procedimiento.

Ecografía

En la **ecografía** o ultrasonografía se utiliza el retorno (eco) de ondas de sonido de alta frecuencia (ultrasonido) con el propósito de reconstruir imágenes de estructuras. Un transductor en contacto con la superficie corporal transmite ultrasonidos que penetran en el cuerpo y reflejan en las interfases ubicadas entre los tejidos de distintas densidades. Estos ecos se recogen, se convierten en energía eléctrica y se reconstruyen para formar imágenes de estructuras o calcular velocidades (p. ej., la velocidad de la sangre que circula por los vasos).

La ecografía tiene muchas ventajas importantes sobre otras técnicas de imagen: produce imágenes de estructuras, movimientos y flujos en tiempo real; es más económica que la TC y la RM; es fácil de transportar; no es invasiva y no requiere el uso de medios de contraste o radiación.

Técnicas de imagen en medicina nuclear

En **medicina nuclear** se inyectan pequeñas dosis de materiales radiactivos por vía intravenosa para producir imágenes de estructuras específicas o rastrear la distribución o concentración del material radiactivo. La **tomografía por emisión de positrones** (PET, *positive emission tomography*) es una técnica de imagen de uso relativamente frecuente en medicina nuclear, que utiliza isótopos con una vida media extremadamente corta para monitorizar la función fisiológica de órganos como el cerebro. En estos casos, las áreas de actividad cerebral aumentada mostrarán una actividad selectiva del isótopo inyectado.

Conceptos clave

Términos anatómicos

- La posición anatómica es la postura de referencia en la que se basan todos los términos de dirección y movimiento.
- Existen cuatro planos geométricos (sagital y medio, coronal, horizontal y transversal) que sirven como referencia para describir dirección y movimiento.
- Se recomienda evitar a toda costa los epónimos.

Anatomía básica

- La piel consta de dos partes principales: epidermis y dermis.

- Las uñas, los folículos pilosos, las glándulas sebáceas y las glándulas sudoríparas son los principales anexos cutáneos.
- La *fascia* es el tejido conjuntivo que fija la piel a los tejidos subyacentes y une y separa estructuras subyacentes más profundas.
- Las fascias del cuerpo pueden dividirse en dos tipos: superficial y profunda.
- El *hueso* es un tejido conjuntivo endurecido que da forma al cuerpo; protege muchos órganos internos y proporciona una base mecánica para el movimiento.
- Los huesos pueden clasificarse por regiones o de acuerdo con su forma general.
- El *cartílago* es una forma de tejido conjuntivo en el que las células y las fibras están contenidos dentro de una matriz gelatinosa.
- Existen tres tipos de cartílago: hialino, fibrocartílago y cartílago elástico.
- Se entiende por *articulación* al sitio en el que se articulan o unen dos o más huesos. Las articulaciones pueden o no posibilitar el movimiento entre los elementos que las conforman.
- En el cuerpo humano existen tres tipos principales de articulaciones, que se mencionan a continuación: fibrosas, cartilaginosas y sinoviales.
- Las articulaciones sinoviales son las más complejas y suelen permitir el mayor grado de movimiento.
- Los *ligamentos* unen dos o más huesos y limitan el movimiento entre ellos.
- Las *bolsas articulares* son sacos llenos de líquido cuya misión es reducir la fricción y facilitar el movimiento entre estructuras tisulares duras y blandas.
- Los *músculos* son tejidos contráctiles que originan movimientos.
- Existen tres tipos de músculo: esquelético, liso y cardíaco.
- Los músculos esqueléticos actúan en grupos antagónicos: los músculos agonistas producen la acción que se desea y los antagonistas se oponen a los agonistas.
- El conjunto formado por una motoneurona y todas las fibras musculares que inerva se conoce como *unidad motora*.
- El sistema nervioso controla e integra las actividades del cuerpo.
- El sistema nervioso central está formado por el cerebro y la médula espinal. El sistema nervioso periférico está compuesto

por pares de nervios craneales y espinales junto con los ganglios correspondientes.

- El sistema nervioso somático actúa en respuesta a las demandas del ambiente corporal externo a través de las acciones del músculo esquelético. En cambio, el sistema nervioso autónomo (visceral) actúa conforme a las demandas del ambiente corporal interno a través de las acciones de los músculos liso y cardíaco y de las glándulas, principalmente.
- Tres membranas (meninges) rodean el sistema nervioso central en su totalidad: la duramadre, la aracnoides y la piamadre.
- El sistema nervioso autónomo consta de dos partes, que se mencionan a continuación: la división simpática y la parasimpática. La primera prepara el cuerpo para responder a las urgencias; la segunda ayuda en la recuperación.
- Los *dermatomas* son áreas cutáneas inervadas por fibras sensitivas somáticas de un solo nervio espinal.
- En el cuerpo humano existen tres tipos de vasos sanguíneos: arterias, venas y los capilares.
- Las arterias llevan la sangre desde el corazón hacia otros sitios. Las venas transportan la sangre hacia el corazón. Los capilares conectan las arterias y venas más pequeñas.
- La *linfa* es un tejido líquido transparente que drena principalmente en el sistema venoso.
- El sistema linfático posee dos componentes principales: órganos (nódulos linfáticos, amígdalas, timo, bazo) y vasos linfáticos (conductos y troncos).
- La estructura y función corporales varían de acuerdo con el sexo, la edad y la raza.

Técnicas de imagen

- Las técnicas de imagen son los procedimientos utilizados para visualizar el cuerpo con fines médicos.
- Entre las técnicas de imagen más utilizadas se encuentran la radiografía convencional (rayos X), la tomografía computarizada, la resonancia magnética, la ecografía y las técnicas de imagen en medicina nuclear.



Una mujer de 35 años acude a la consulta por un dolor intenso en la parte baja de la espalda y la pierna. Le explica al médico que, mientras estaba ayudando a su vecino a mover el coche, el cual se había quedado atrapado en la nieve, de pronto sintió un dolor agudo y repentino en la región lumbar. Al mismo tiempo, sintió un dolor profundo y agudo a lo largo del dorso de la pierna. Intentó caminar, pero su espalda parecía estar “bloqueada”, y cualquier movimiento aumentaba el dolor. Cuando el médico pide a la paciente mostrar el sitio de dolor, ésta señala la región lumbar e indica que es donde más siente; a continuación, traza con su dedo un trayecto por la parte posterior del muslo y lateral de la pierna.

En la exploración física, el médico advierte disminución de la amplitud de movimiento en la región lumbosacra de la columna vertebral. Cuando pide a la paciente que camine, ésta evita cargar el peso sobre la pierna afectada. El dolor aumenta cuando se sienta o tose. La valoración adicional revela debilidad para extender el dedo gordo del pie derecho y ligera debilidad a la dorsiflexión del pie. Los reflejos musculares son normales en ambos miembros inferiores. Se observa un leve déficit sensorial en la parte anterior de la pierna derecha y la cara dorsomedial del pie hasta el dedo gordo. En pruebas adicionales, con la paciente en decúbito supino y la pelvis estable, el médico levanta lentamente la pierna derecha elevando el talón y con la rodilla extendida. Durante esta maniobra, a través de la cual se pone tracción sobre las raíces del nervio lumbosacro, la paciente siente dolor intenso a lo largo de la pierna, debajo de la rodilla. La tomografía computarizada y las radiografías no muestran anomalías. No obstante, la resonancia magnética revela una hernia discal entre las vértebras lumbares cuarta y quinta. La protrusión del núcleo pulposo, que comprime la raíz del quinto nervio lumbar, puede explicar los síntomas y signos de la paciente.

El dolor en la región lumbar es una molestia frecuente en la práctica clínica, y puede ser consecuencia de un amplio espectro de enfermedades. La anatomía de la región es compleja, y son muchas las estructuras que pueden originar dolor. Sólo un buen conocimiento de la anatomía y de los procesos patológicos que afectan el área permitirá que el médico identifique la causa e inicie el tratamiento adecuado.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Columna vertebral

Composición

Vértebras

Articulaciones de la columna vertebral

Inervación de las articulaciones de la columna vertebral

Movimiento de la columna vertebral

Músculos de la espalda

Músculos profundos (músculos retrovertebrales)

Inervación de los músculos de la espalda

Triángulos musculares

Fascia profunda (fascia toracolumbar)

Irrigación de la espalda

Arterias

Venas

Drenaje linfático

Médula espinal

Nervios espinales

Irrigación de la médula espinal

Meninges de la médula espinal

Líquido cefalorraquídeo

Anatomía radiológica

Columna vertebral

Espacio subaracnoideo espinal

Tomografía computarizada y resonancia magnética

Anatomía de superficie

Estructuras de la línea media

Parte superolateral del tórax

Parte inferolateral de la espalda

Cresta ilíaca

Médula espinal y espacio subaracnoideo

Simetría de la espalda

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es conocer la anatomía básica de la columna vertebral y los tejidos blandos relacionados para comprender los fundamentos que subyacen a las lesiones, el dolor, los déficits motores, los defectos congénitos, las técnicas de imagen y la exploración superficial general de la región dorsal del tronco.

1. Identificar los huesos de la espalda y sus características principales. Describir los aspectos funcionales de estas estructuras.
2. Identificar las regiones de la columna vertebral y numerar las vértebras y las características de las vértebras típicas y atípicas de cada región.
3. Describir las curvaturas normales de la columna vertebral antes y después del nacimiento. Describir las características y la relevancia clínica de las principales curvaturas anómalas de la columna vertebral.
4. Identificar los componentes de una vértebra embrionaria normal y su destino en cada región de la columna vertebral del adulto. Describir la base embrionaria de las costillas accesorias y la espina bífida.
5. Identificar las articulaciones intervertebrales y los ligamentos más importantes de cada articulación, así como los movimientos posibles en cada caso.
6. Describir los componentes de los discos intervertebrales y su relevancia clínica. Caracterizar las bases anatómicas de las hernias discales.
7. Identificar los tipos frecuentes de fracturas y luxaciones de la columna vertebral, así como las consecuencias funcionales de cada una.
8. Identificar los músculos de la espalda de acuerdo con su topografía general. Describir la inervación y acciones principales. Distinguir los músculos profundos y superficiales de la espalda. Predecir las consecuencias funcionales de las lesiones de nervios motores específicos y la parálisis de los músculos asociados.
9. Describir los límites y los componentes principales de los triángulos de auscultación, lumbar y suboccipital.
10. Describir la irrigación y el drenaje linfático de la espalda. Conocer la topografía y las anastomosis principales de los plexos venosos vertebrales. Explicar la relevancia de la red venosa en la circulación colateral y la diseminación de enfermedades.
11. Identificar las características externas más importantes de la médula espinal y

describir su irrigación.

12. Describir los componentes de un segmento medular típico, incluyendo la formación de un nervio espinal. Seguir la distribución de un nervio espinal típico.
13. Identificar las meninges espinales, los espacios entre estas y los componentes más importantes de cada uno de los espacios. Describir las funciones y la relevancia clínica de cada una.
14. Describir el desarrollo de la médula espinal en relación con el de la columna vertebral. Comparar y contrastar la longitud de la médula espinal, la ubicación de los segmentos espinales y las relaciones de las raíces y nervios con los espacios intervertebrales antes y después del nacimiento.
15. Describir las bases anatómicas y la relevancia clínica de la punción lumbar frente a la anestesia caudal.
16. Identificar las características principales de la columna vertebral en imágenes radiográficas estándar.
17. Identificar las características anatómicas más importantes en la exploración superficial de la espalda.

REVISIÓN

La *espalda* o *dorso*, que se extiende desde el cráneo hasta la punta del cóccix, se define como la cara posterior del tronco ([fig. 2-1](#)). La escápula y los músculos que conectan la escápula con el tronco se superponen en la parte superior de la espalda.

COLUMNA VERTEBRAL

La columna vertebral representa el pilar óseo central y longitudinal del cuerpo. Soporta el peso del cráneo, la cintura escapular, los miembros superiores y la caja torácica; a través de la cintura pélvica, transmite el peso corporal a los miembros inferiores. La médula espinal, las raíces de los nervios espinales y las meninges que la revisten se localizan dentro del conducto vertebral, la cual brinda protección a todas estas estructuras.

Composición

La columna vertebral ([fig. 2-2](#); véase también [fig. 2-1](#)) se compone de 33 vértebras organizadas en cinco regiones: 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares, 5 sacras (fusionadas para formar el sacro) y ~4 coccígeas (las tres inferiores suelen estar fusionadas). Estos segmentos individuales están conectados por numerosas articulaciones, lo cual hace que la columna vertebral sea bastante flexible.

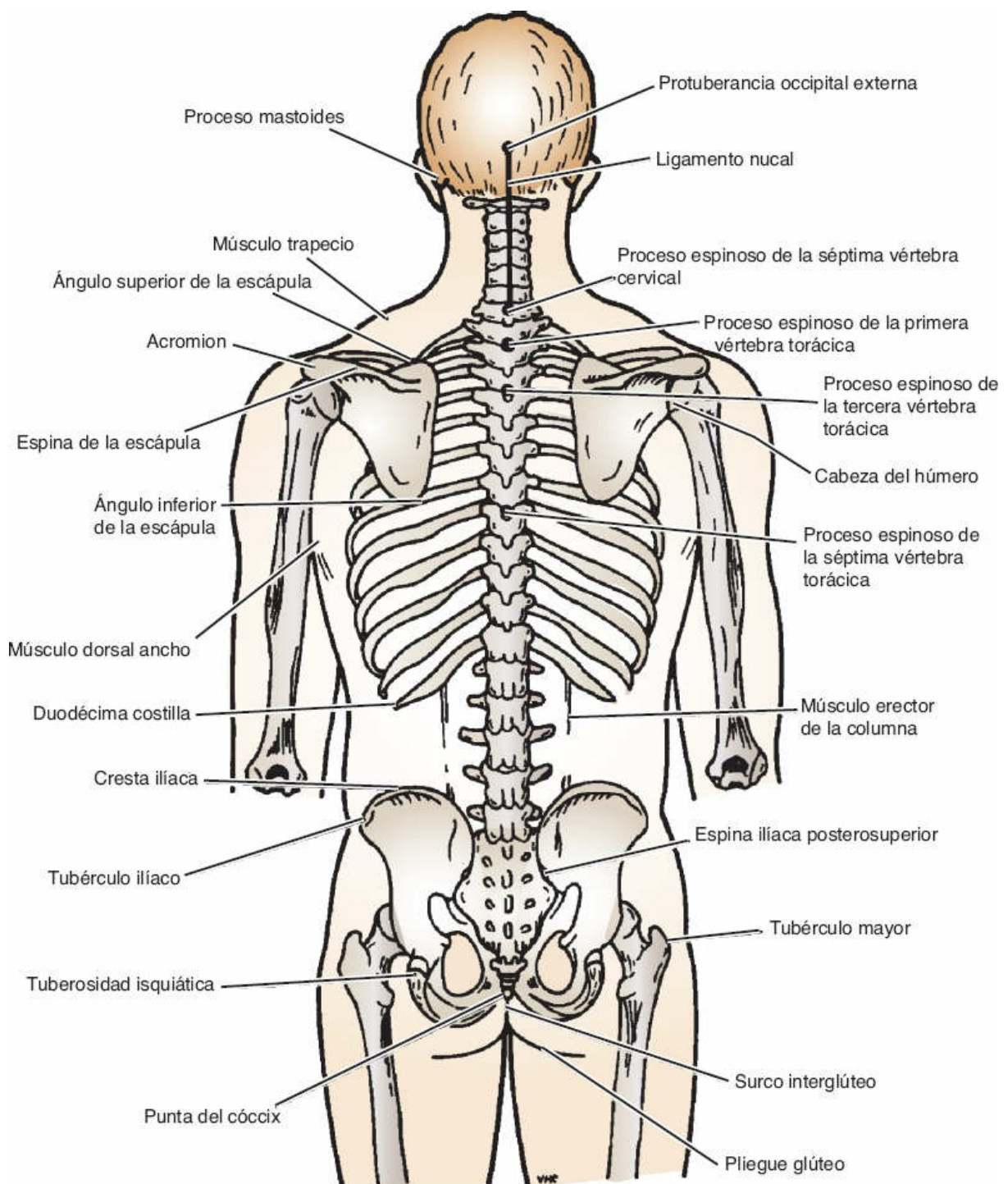


Figura 2-1 Vista posterior de la espalda que muestra la columna vertebral y las referencias superficiales relacionadas.

Vértebras

Las vértebras de cada una de las regiones poseen características distintivas. No obstante, su estructura básica es similar.

Una **vértebra típica** se compone de un **cuerpo** redondeado en la parte anterior y un **arco vertebral** posterior. Ambas estructuras encierran un espacio denominado **foramen vertebral**. En el esqueleto articulado, los forámenes vertebrales se alinean para componer una vía continua denominada **conducto**

(*canal*) *vertebral*, que contiene la médula espinal y sus revestimientos. El arco vertebral está formado por dos **pedículos** cilíndricos que componen los lados del arco, y dos **láminas** planas, que completan el arco posteriormente. Del arco vertebral surgen siete procesos: uno espinosa, dos transversos y cuatro articulares.

El **proceso espinoso (espina)** se proyecta posteriormente desde la unión de las dos láminas. Los **procesos transversos** se proyectan lateralmente desde la unión de las láminas y los pedículos. Tanto los procesos espinosos como los transversos funcionan como palancas y reciben inserciones de los músculos y los ligamentos.

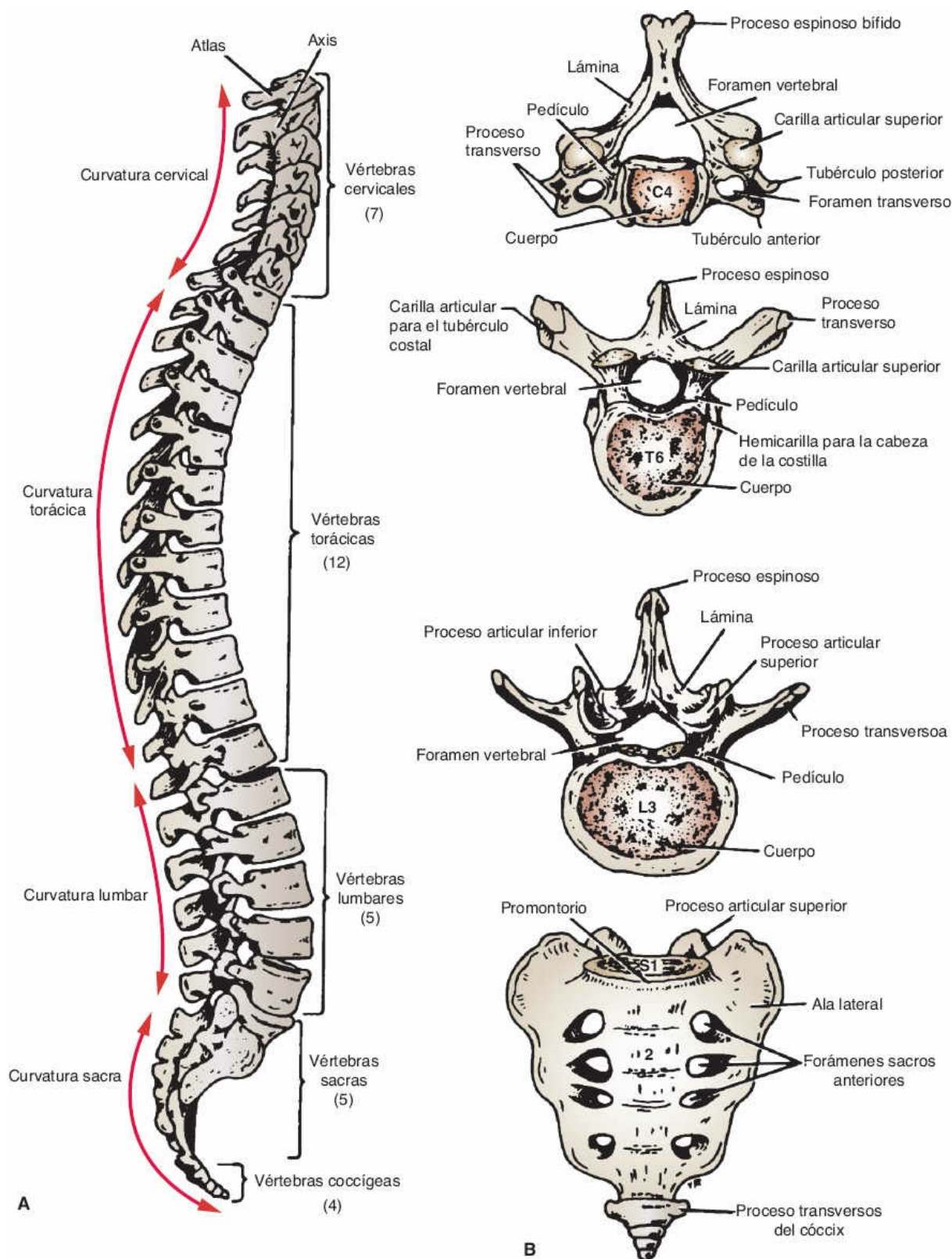


Figura 2-2 A. Vista lateral de la columna vertebral. B. Características generales de diversos tipos de vértebras.

Los **proceso articulares** se disponen de manera vertical y constan de dos superiores y dos inferiores. Se originan en la unión de las láminas y los pedículos, y sus superficies (caras) articulares se revisten de cartílago hialino.

Los dos proceso articulares superiores de un arco vertebral se articulan con

los dos proceso articulares inferiores del arco de suprayacente, formando dos articulaciones sinoviales. De la misma manera, los dos proceso articulares inferiores del arco vertebral se articulan con los dos proceso articulares superiores del arco infrayacente, formando dos articulaciones sinoviales adicionales. Por lo tanto, cada vértebra cuenta con un total de cuatro articulaciones sinoviales.

Las caras superior e inferior de los pedículos poseen muescas, las cuales constituyen las **escotaduras vertebrales superior e inferior**. A cada uno de los lados del esqueleto articulado, la escotadura superior de una vértebra y la inferior de la vértebra adyacente se alinean para formar el **foramen intervertebral**. Por estos forámenes pasan los nervios espinales y vasos sanguíneos. Las raíces anterior y posterior de un nervio espinal se unen, dentro de estos forámenes, con los revestimientos meníngeos, para componer los nervios espinales segmentarios

Características regionales de las vértebras típicas

En la [tabla. 2-1](#), se presenta un resumen de las características que distinguen a las vértebras de la columna cervical, torácica y lumbar.

Características de las vértebras atípicas

Las vértebras cervicales C1, C2 y C7 ([fig. 2-3](#)) y las vértebras torácicas T1, T10, T11 y T12 son atípicas.

La **vértebra C1**, o *atlas*, carece de cuerpo o de proceso espinoso. En su lugar, cuenta con un arco anterior y uno posterior. Presenta una **masa lateral** a cada lado, con superficies articulares en la superficie superior, donde se articulan con los cóndilos occipitales del cráneo (**articulaciones atlanto occipitales**), y superficies articulares en la superficie inferior, donde se articulan con la vértebra C2 (**articulaciones atlantoaxoideas**).

Tabla 2-1 Características regionales de las vértebras típicas

	CERVICALES (C3-C6)	TORÁCICAS (T2-T9)	LUMBARES (L1-L5)
Cuerpo	Pequeño y ancho transversalmente. Sin superficies articulares costales.	Tamaño medio y en forma de corazón. Superficies articulares costales presentes en ambos lados en los bordes posterosuperior y posteroinferior para articularse con las cabezas costales.	Grande y con forma de riñón. Sin superficies articulares costales.
Foramen vertebral	Grande y triangular para permitir el engrosamiento cervical de la médula espinal.	Pequeño y circular.	Grande y triangular para permitir el paso del engrosamiento lumbar de la médula espinal.
Proceso espinoso	Corta, bifida e inclinada inferiormente.	Larga e inclinada inferiormente. Los procesos torácicos se superponen en un patrón similar a tejas.	Corta, plana, cuadrangular y proyectada posteriormente.
Procesos transversos	Posee un foramen transverso para el paso de la arteria y venas vertebrales. Nota: la arteria vertebral discurre a través del foramen transverso de C1-C6, pero no de C7. Sin superficies articulares costales.	Sin foramen transverso. Posee una superficie articular costal para articularse con el tubérculo costal. Nota: T11 y T12 no cuentan con superficies articulares costales.	Sin foramen transverso. Sin superficies articulares costales.
Procesos articulares	Caras relativamente planas. Las caras superiores se dirigen posterosuperiormente. Las caras inferiores se dirigen anteroinferiormente.	Caras relativamente planas. Las caras superiores se dirigen posterolateralmente. Las caras se dirigen anterior y medialmente. Nota: las caras en los procesos inferiores de T12 se dirigen lateralmente, en la disposición lumbar típica.	Caras curvas. Las caras superiores son cóncavas y se dirigen medialmente. Las caras son convexas y se dirigen lateralmente.
Espacio interlaminar	Pequeño.	Pequeño.	Las láminas verticalmente cortas producen espacios interlaminares amplios.

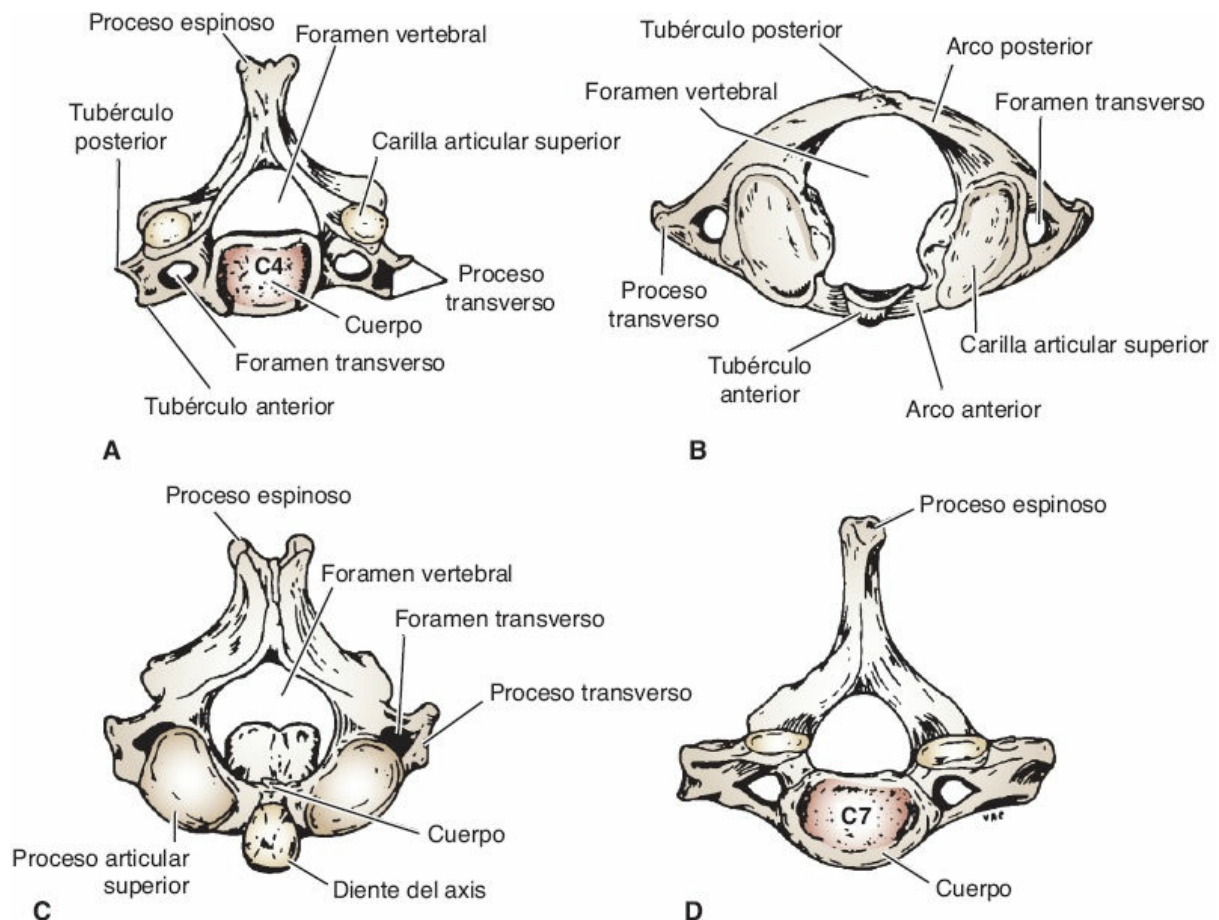


Figura 2-3 A. Vista superior de una vértebra cervical típica. B. Vista superior del atlas, o primera vértebra cervical. C. Vista superior del axis, o segunda vértebra cervical. D. Vista superior de la séptima vértebra cervical; el foramen transverso forma una vía para la vena vertebral, pero no para la arteria vertebral.

La **vértebra C2**, o **axis**, tiene un **diente (proceso odontoides)** similar a una clavija, que se proyecta superiormente desde la superficie del cuerpo. El diente representa el cuerpo del atlas que se fusionó con el cuerpo del axis durante el desarrollo temprano.

La **vértebra C7**, o **prominente**, se conoce así porque cuenta con el proceso espinoso de mayor tamaño, la cual no es bífida. El proceso transverso es de gran tamaño, pero el foramen transverso es pequeño y sirve como vía para la vena o venas vertebrales.

Las vértebras T1, T10, T11 y T12 son atípicas debido a las variaciones en las uniones de las costillas con sus cuerpos y procesos transversos. Estas se describen con mayor detalle en el [capítulo 4](#).

Sacro

El **sacro** (véase [fig. 2-2](#)) está formado por cinco vértebras rudimentarias fusionadas para crear un hueso en forma de cuña, el cual cuenta con una concavidad anterior. El extremo superior, o **base**, del hueso se articula con la quinta vértebra lumbar (L5). El extremo inferior estrecho, o **vértice**, se articula con el cóccix. En su porción lateral, el sacro se articula con los dos huesos ilion, y juntos forman las **articulaciones sacroilíacas** (véase [fig. 2-1](#)). El borde anterior y superior de la primera vértebra sacra (S1) sobresale hacia el frente como el borde posterior de la entrada de la pelvis, y se conoce como **promontorio sacro**. El promontorio sacro en la mujer es de relevancia obstétrica considerable, y se emplea para determinar el tamaño de la pelvis durante la exploración ginecológica.

El canal sacro es la continuación del conducto vertebral en el sacro. Este contiene la cola de caballo (compuesta principalmente por las raíces anteriores y posteriores de los nervios espinales sacros y coccígeos) y tejido fibroso y graso. También contiene la parte inferior del espacio subaracnoideo hasta la vértebra S2. Las láminas de la vértebra S5, y en ocasiones las de la vértebra S4, no se unen en la línea media y forman el **hiato del sacro** (véase [fig. 2-26](#)). Aquí, el extremo posterior inferior del canal sacro no cuenta con revestimiento óseo, por lo que es un conducto fácilmente accesible (véase [cap. 8](#)).

En las superficies anterior y posterior del sacro se hallan cuatro forámenes (**forámenes sacros posteriores y anteriores**), por donde surgen los ramos anteriores y posteriores de los cuatro nervios sacros superiores.

La vértebra L5 puede incorporarse al sacro, variación que se conoce como **sacralización de la vértebra L5**. Este fenómeno suele ser incompleto y limitado a un lado. En otros casos, la vértebra S1 puede permanecer parcial o completamente separada del sacro y parecer una vértebra L6 (**lumbarización de la vértebra S1**). Gran parte de la pared posterior del canal sacro puede estar

ausente debido a una falta de desarrollo de las láminas y las espinas.

Cóccix

El cóccix suele estar compuesto por cuatro vértebras fusionadas que forman un hueso triangular pequeño cuya base se articula con el extremo inferior del sacro (véase [fig. 2-2](#)). La primera vértebra coccígea (Co1) no suele fusionarse o no lo hace por completo con la vértebra Co2. No obstante, el cóccix puede contar con solo tres o hasta cinco vértebras. La vértebra Co1 puede estar separada. En esta variación, las tres vértebras libres suelen proyectarse inferior y anteriormente desde el vértice del sacro. La morfología del sacro y el cóccix se describe con mayor detalle en el [capítulo 8](#).

El conocimiento de la anatomía básica de la columna vertebral es importante para interpretar radiografías e identificar los sitios precisos de características óseas patológicas relacionadas con la lesión de tejidos blandos.

Curvaturas de la columna vertebral

La columna vertebral del adulto (en posición erecta) presenta cuatro curvaturas regionales en el plano sagital ([fig. 2-4](#); véase también [fig. 2-2](#)). Las **curvaturas torácica y sacrococcígea** son cóncavas anteriormente; las **curvaturas cervical y lumbar** son cóncavas posteriormente. En conjunto, las curvaturas sirven para alinear el centro de gravedad corporal sobre la pelvis. Por lo tanto, se compensa el peso de las vísceras abdominales, lo que permite que la cabeza se equilibre sobre la columna vertebral, lo cual posibilita la postura erguida. No obstante, en el desarrollo inicial, la columna vertebral fetal solo cuenta con una concavidad anterior continua (véase [fig. 2-4A](#)). A medida que el desarrollo continúa, se desarrolla el **ángulo lumbosacro** en la unión de las vértebras L5 y S1, para así formar dos curvaturas cóncavas anteriormente. Después del nacimiento, la curvatura cervical se forma a la vez que el lactante comienza a elevar su cabeza, y la mantiene alineada con la columna vertebral (véase [fig. 2-4B](#)). Hacia el final del primer año, se desarrolla la curvatura lumbar, cuando el lactante comienza a sentarse o ponerse de pie. Debido a que las curvaturas torácica y sacrococcígea mantienen sus concavidades anteriores prenatales, se denominan **curvaturas primarias**. Dado que las curvaturas cervical y lumbar se forman en el período posnatal y son concavidades posteriores, se conocen como **curvaturas secundarias**. El desarrollo de las curvaturas secundarias resulta en la modificación de la forma de los cuerpos vertebrales y los discos intervertebrales.

En el adulto, la curvatura lumbar es más pronunciada en las mujeres que en los hombres. Durante los últimos meses del embarazo, debido al incremento del tamaño y el peso del feto, la concavidad lumbar suele aumentar con la intención de mantener el centro de gravedad. En el adulto mayor, los discos intervertebrales se atrofian, lo que conlleva la disminución de la estatura y el retorno paulatino a una sola concavidad anterior de la columna vertebral.

En la infancia tardía, es habitual el desarrollo de curvaturas laterales menores en la región torácica. Ello no es anómalo, y suele derivarse del uso predominante

de uno de los miembros superiores. Por ejemplo, las personas diestras suelen presentar una convexidad torácica derecha leve. Siempre hay curvaturas compensatorias por encima y debajo de esta.

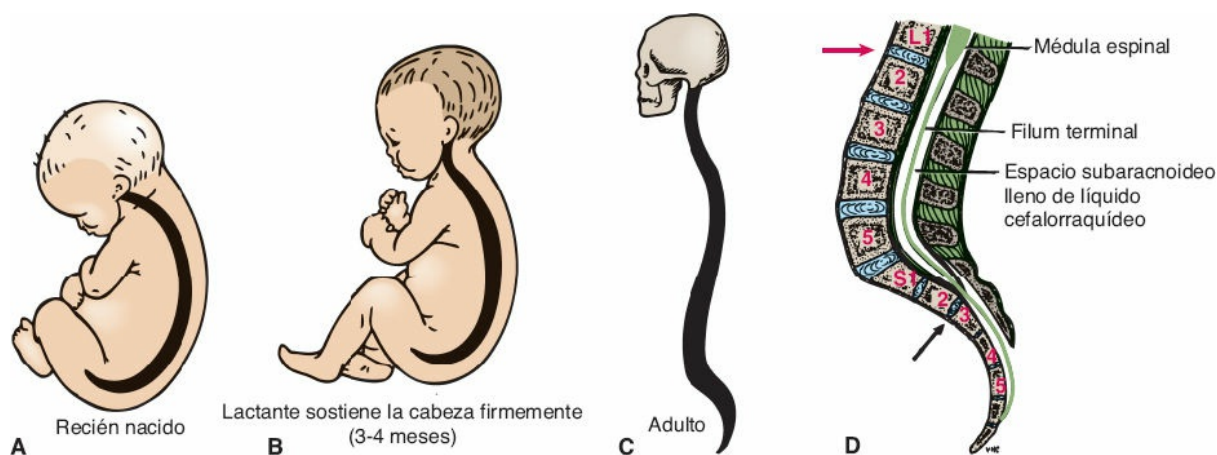


Figura 2-4 A-C. Curvaturas de la columna vertebral en diferentes edades. **D.** En el adulto, el borde inferior de la médula espinal se encuentra en el nivel del borde inferior del cuerpo de la primera vértebra lumbar (*flecha superior*), y el espacio subaracnoideo termina en el borde inferior del cuerpo de la segunda vértebra sacra (*flecha inferior*).



Notas clínicas

Curvaturas anómalas de la columna vertebral

La **cifosis** es una curvatura torácica muy pronunciada de la columna vertebral provocada por cambios estructurales de los cuerpos vertebrales o los discos intervertebrales. En la **cifosis por enfermedad**, las alteraciones como las fracturas por aplastamiento o la tuberculosis causan destrucción de los cuerpos vertebrales, lo cual deriva en cifosis angular aguda de la columna vertebral. En la **cifosis senil** en adultos mayores, la osteoporosis, la degeneración de los discos intervertebrales o la debilidad de los músculos intrínsecos de la espalda producen cifosis que afecta las regiones cervical, torácica y lumbar. En los adolescentes con tono muscular bajo, las largas horas de estudio en un escritorio de baja altura pueden conducir a una curvatura leve y de menor gravedad en la región torácica superior. Este tipo de curvatura leve, conocida también como “hombros redondeados”, puede considerarse como cifosis en algunos casos.

La **lordosis** es un aumento excesivo de cualquiera de las curvaturas secundarias. Suele consistir en una curvatura lumbar acentuada, si bien puede presentarse como una curvatura cervical grave. La lordosis lumbar puede deberse a un aumento del peso del contenido abdominal, como en el útero gestante o por un tumor ovárico grande; también puede ser consecuencia de una patología de la columna vertebral, como espondilolistesis. La lordosis lumbar también puede presentarse como respuesta compensadora a una cifosis en la región torácica o una enfermedad de la articulación de la cadera (p. ej., luxación congénita).

La **escoliosis** es la desviación lateral de la columna vertebral, que suele incluir malrotación. Esta alteración aparece con mayor frecuencia en la región torácica y tiene diversas causas. La parálisis de los músculos que deriva de la poliomielitis o la presencia de una hemivértebra congénita son posibles causas de escoliosis (*fig 2-5*). A menudo, la escoliosis es compensadora y puede ser consecuencia de una pierna corta o una enfermedad de la cadera. La escoliosis es más frecuente en mujeres, y el inicio se relaciona fuertemente con el pico de crecimiento durante la adolescencia. No obstante, la mayoría de los casos de escoliosis son idiopáticos (de causa desconocida).

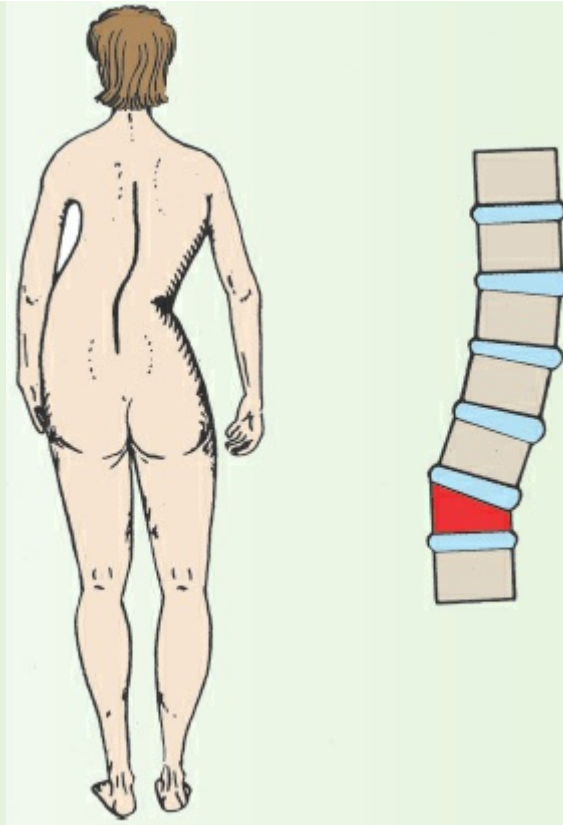


Figura 2-5 Vista posterior de una mujer con escoliosis como consecuencia de una hemivértebra congénita en la región torácica inferior.



Notas embriológicas

Desarrollo de la columna vertebral

En etapas tempranas del desarrollo, el mesodermo embrionario se diferencia en tres regiones: **mesodermo paraaxial**, **mesodermo intermedio** y **mesodermo lateral**. El mesodermo paraaxial es una columna de tejido que se localiza a cada lado de la línea media en el embrión. Cerca de la cuarta semana, se divide en bloques de tejido denominados **somitas**. Cada somita se diferencia en una parte ventromedial (**esclerotoma**) y una dorsolateral (**dermatomiotoma**). A continuación, el dermatomiotoma se diferencia aún más en **miotoma** y **dermatoma** (fig. 2-6).

Las células mesenquimatosas del esclerotoma se dividen rápidamente y migran medialmente durante la cuarta semana del desarrollo y rodean la **notocorda**. La mitad caudal de todos los esclerotomas se fusiona con la mitad cefálica del esclerotoma siguiente para componer el cuerpo vertebral mesenquimatoso (fig. 2-7; véase también fig. 2-6). Por lo tanto, todos los cuerpos vertebrales son estructuras intersegmentarias. La notocorda degenera por completo en la región del cuerpo vertebral. No obstante, en la región intervertebral, se ensancha y forma el **núcleo pulposo** de los **discos intervertebrales** (véase fig. 2-7). El fibrocartilago circundante, o **anillo fibroso**, del disco intervertebral se deriva del mesénquima esclerotómico que se localiza en los cuerpos vertebrales adyacentes.

Mientras tanto, el cuerpo vertebral mesenquimatoso da origen a crecimientos posteriores y laterales en ambos lados. Los crecimientos posteriores emergen alrededor del tubo neural, entre los nervios segmentarios, para fusionarse con los del lado opuesto y crear los arcos vertebrales mesenquimatosos (véase fig. 2-6B,C). Los crecimientos laterales pasan entre los miotomas y forman los **procesos costales** mesenquimatosos, o primordios de las costillas.

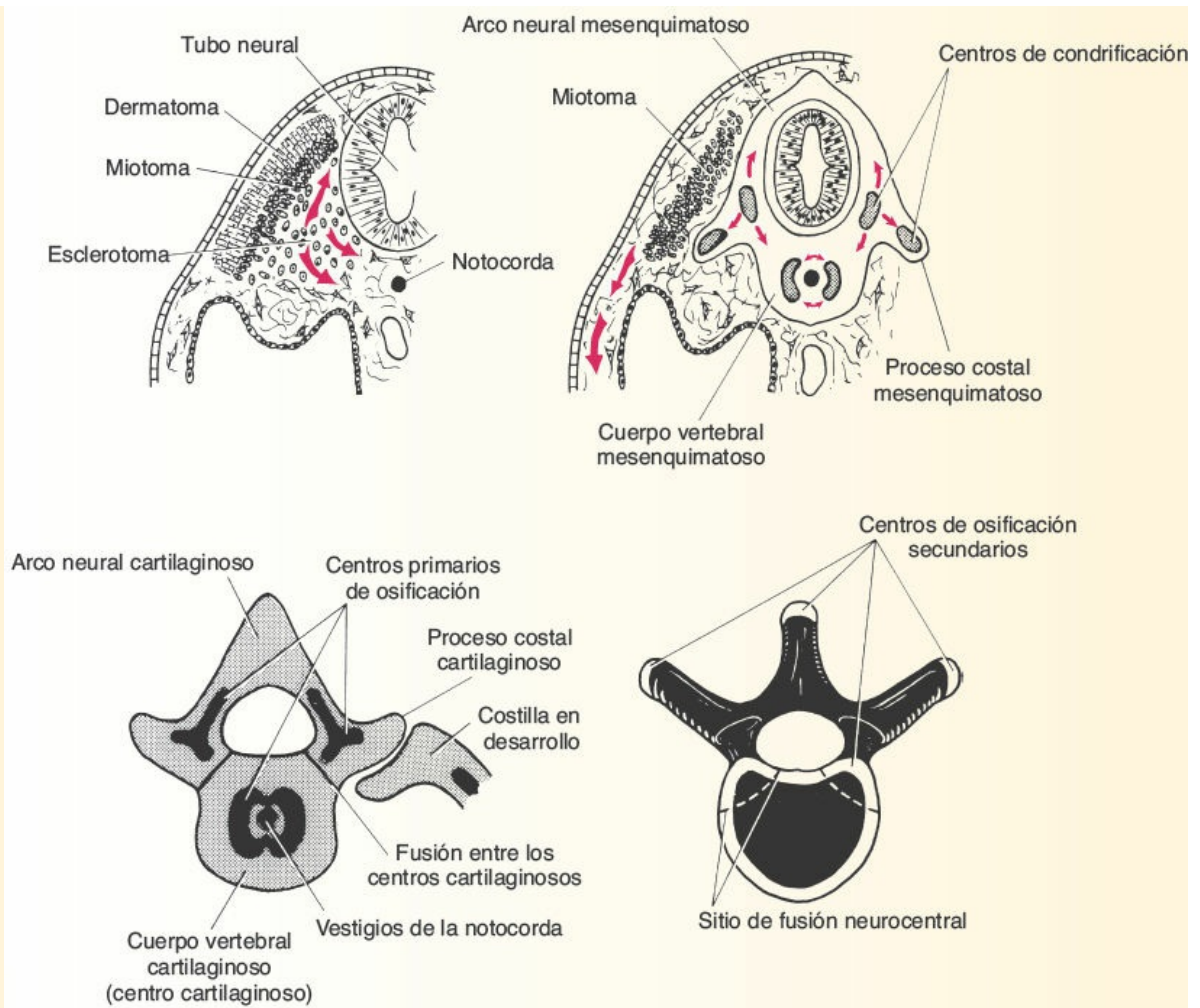


Figura 2-6 Etapas en la formación de la vértebra torácica.

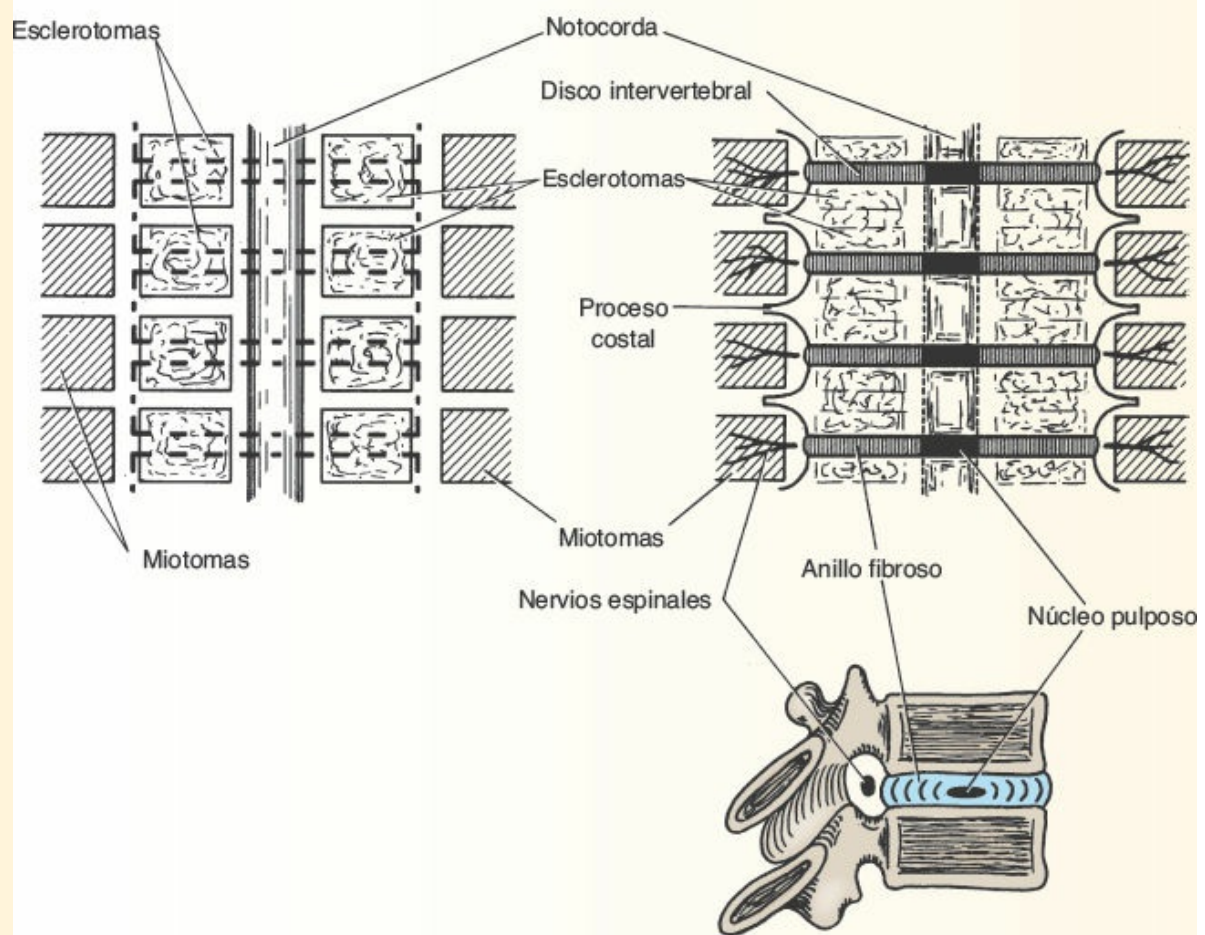


Figura 2-7 Formación de los cuerpos vertebrales mesenquimatosos mediante la fusión de la mitad caudal de los esclerotomas con la mitad cefálica del esclerotoma siguiente. Por lo tanto, todos los cuerpos vertebrales son estructuras intersegmentarias. Los procesos costales emergen entre miotomas adyacentes. También se muestra la estrecha relación que existe entre los nervios espinales y los discos intervertebrales.

Tabla 2-2 Derivados de los procesos costales embrionarios

REGIÓN	DERIVADO DEL PROCESO COSTAL
Cervical	Suele conservar un tamaño pequeño. Compone los límites anterior y lateral del foramen transverso.
Torácica	Costillas.
Lumbar	Gran parte del proceso transversal.
Sacra	Se fusionan para formar gran parte de las masas laterales del sacro.

Procesos costales

Los **procesos costales** contribuyen a la forma final de la columna vertebral en patrones específicos regionales (tabla. 2-2 y fig. 2-8).

Es posible el crecimiento anómalo de los procesos costales, lo cual deriva en **costillas accesorias**. Lo anterior suele suceder en las vértebras L1 y C7. Lo más frecuente es la formación de una vértebra lumbar a nivel de L1. Este fenómeno no suele provocar síntomas. Las costillas

accesorias en C7 suelen llamarse **costillas cervicales**. Estas pueden ser unilaterales o bilaterales y ser desde pequeñas bandas fibrosas hasta costillas óseas completas. Las costillas cervicales pueden ser asintomáticas o producir síntomas neurovasculares en el miembro superior debido a compresión de la arteria subclavia o el tronco inferior del plexo braquial. Véase el capítulo 3 para mayor información sobre el síndrome de costilla cervical.

Arco vertebral

Es posible que los crecimientos dorsales del cuerpo vertebral no se fusionen en la línea media posterior y que ello origine un espacio entre el arco vertebral de una o más vértebras adyacentes. Esta alteración, la **espina bífida**, se presenta con mayor frecuencia en las regiones torácica inferior, lumbar y sacra. Subyacente a este defecto, pueden haber diversos grados de afectación de las meninges y la médula espinal. Esta alteración puede conducir a fallos en el mesénquima, el cual crece entre el tubo neural y el ectodermo superficial, para formar los arcos vertebrales en la región afectada. Los tipos principales de espina bífida se muestran en las figuras 2-9 y 2-10.

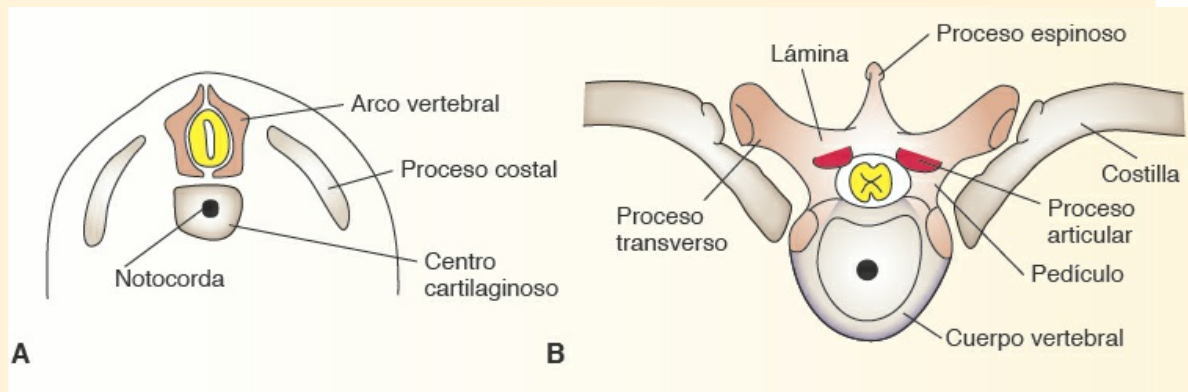


Figura 2-8 Secciones transversales de vértebras torácicas que muestran los componentes importantes del desarrollo de estructuras. Véase también la [tabla. 2-2](#). **A.** Tres componentes distintos que se presentan cerca de las semanas 5-7: el centro cartilaginoso, el arco vertebral y el proceso costal. **B.** Adulto. Cada uno de los componentes se desarrolla en estructuras distintas, como se indica con el sombreado (tomado de: Dudek, RW. *BRS Embryology*; 6th ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer Health. 2014, con autorización).

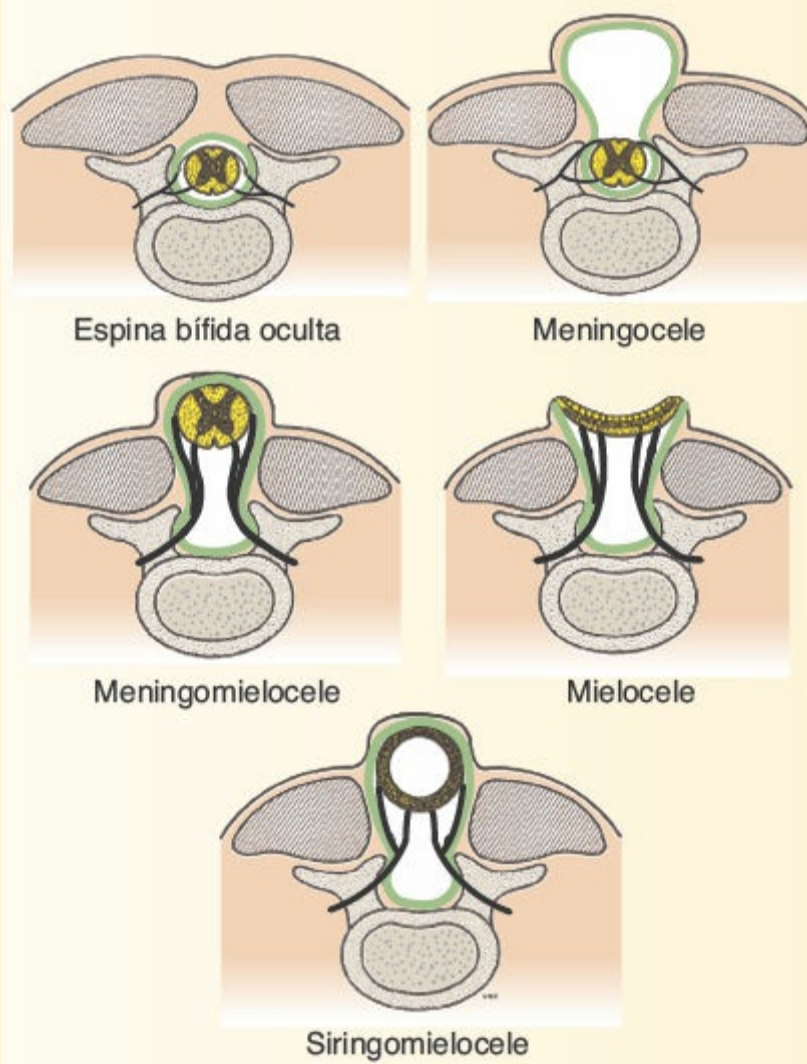


Figura 2-9 Diversos tipos de espina bífida.

Finalización del desarrollo

Se desarrollan dos centros de condricación en el medio de cada cuerpo vertebral mesenquimatoso. Estos se fusionan rápidamente y forman un **centro cartilaginoso** (véase [fig. 2-6C](#)). Surge un centro de condricación dentro de cada mitad del arco neuronal mesenquimatoso y se extiende dorsalmente para fusionarse por detrás del tubo neural con el arco contralateral. Estos centros también se extienden ventralmente y se fusionan con el centro cartilaginoso y lateralmente al interior de los procesos costales. El mesénquima condensado, o vértebra membranosa, se convierte, así, en vértebra cartilaginosa.

Cerca de la novena semana del desarrollo, se forman los centros de osificación primaria: dos por cada centro cartilaginoso y uno por cada mitad del arco neural. Los dos centros de osificación suelen fusionarse en etapas tempranas; sin embargo, la unión total de todos los centros primarios no ocurre hasta semanas después del nacimiento.



A



B

Figura 2-10 A. Meningocele en la región lumbosacra (cortesía de: L. Thompson). B. Meningomielocele en la región torácica superior (cortesía de: G. Avery).

Durante la adolescencia, los centros secundarios se desarrollan en el cartílago que reviste los extremos superior e inferior del cuerpo vertebral, y se forman las láminas epifisarias. De igual manera, aparece un centro secundario en la punta de cada proceso transverso y del proceso espinoso (véase [fig. 2-6D](#)). A los 25 años de edad, todos los centros secundarios en el cuerpo adulto se han fusionado con el resto de la vértebra.

El atlas y el axis tienen un desarrollo ligeramente diferente. El centro cartilaginoso del atlas se fusiona con el del axis y se convierte en el **diente del axis**. Lo anterior ocasiona que solo perdure el arco vertebral del atlas, el cual crece anteriormente y finalmente se fusiona en la línea media para adquirir la forma de anillo característica de la vértebra atlas.

En la región sacra, los cuerpos de las vértebras individuales se separan las unas de las otras, poco después de nacer, por medio de los discos intervertebrales. En torno a los 18 años de edad, los cuerpos vertebrales comienzan a unirse mediante formaciones óseas. Este proceso comienza caudalmente. Por lo general, a los 13 años de edad, todas las vértebras sacras ya se han unido. En la región cóccigea, también se produce la unión segmentaria y, más adelante, el cóccix suele fusionarse con el sacro.

Articulaciones de la columna vertebral

En general, las vértebras de los niveles C2 a L5 se articulan entre sí mediante articulaciones cartilaginosas entre los cuerpos y mediante articulaciones sinoviales entre los procesos articulares ([fig. 2-11](#)). La vértebra C1 (atlas) se articula con la base del cráneo en las articulaciones atlantooccipitales y la vértebra C2 (axis) en las articulaciones atlantoaxoideas.

Articulaciones atlantooccipitales

Las articulaciones atlantooccipitales son articulaciones sinoviales pares formadas entre los cóndilos occipitales, los cuales se hallan a cada lado del foramen magno superiormente y, por debajo, las superficies articulares superiores de las masas laterales del atlas (véase [fig. 2-12A,B](#)). Una cápsula las encierra.

Ligamentos

- **Membrana atlantooccipital anterior.** Se trata de una continuación del **ligamento longitudinal anterior**, el cual discurre inferiormente, como un fascículo, hacia la superficie anterior de la columna vertebral. La membrana conecta el arco anterior del atlas con el borde anterior del foramen magno.
- **Membrana atlantooccipital posterior.** Esta membrana es similar al **ligamento amarillo** y conecta el arco posterior del atlas con el borde posterior del foramen magno.

Articulaciones atlantoaxoideas

Las **articulaciones atlantoaxoideas** son tres articulaciones sinoviales. Una de ellas se localiza entre el diente del axis y el arco anterior del atlas. Las otras dos se localizan entre las masas laterales de los huesos (véase [fig. 2-12C,D](#)). Una cápsula las encierra.

Ligamentos

- **Ligamento apical.** Esta estructura media conecta el vértice del diente del axis con el borde anterior del foramen magno en el cráneo.
- **Ligamentos alares.** Estas dos estructuras se encuentran a cada lado del ligamento apical y conectan el diente del axis con los bordes mediales de los cóndilos occipitales.
- **Ligamento cruciforme.** Este ligamento consta de una porción **transversa y otra vertical**. La porción transversa (también llamada **ligamento transverso del atlas**) está unida a cada lado con la cara interna de la masa lateral del atlas, y une el diente del axis con el arco anterior del atlas. La porción vertical discurre desde la superficie posterior del cuerpo del axis hasta el borde anterior del foramen magno.
- **Membrana tectoria.** Es una continuación superior del ligamento longitudinal posterior. Se une por arriba con el hueso occipital dentro del foramen magno. Cubre la superficie posterior del diente del axis y los ligamentos apical, alar y cruciforme.

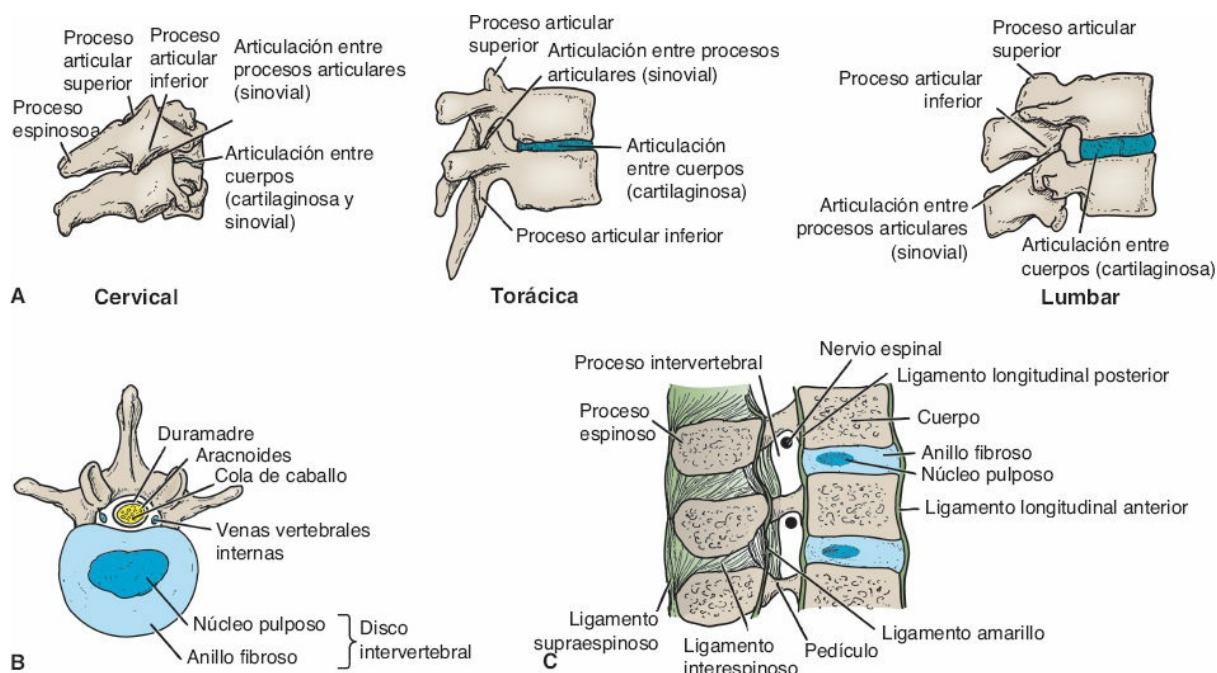


Figura 2-11 A. Articulaciones en las regiones vertebrales cervical, torácica y lumbar. B. Vista superior de la vértebra L3 que muestra la relación entre el disco intervertebral y la cola de caballo. C. Sección sagital a través de tres vértebras lumbares que muestra los ligamentos y los discos intervertebrales. Obsérvese la relación entre el nervio espinal que emerge de un foramen intervertebral y el disco intervertebral.

Articulaciones entre los cuerpos vertebrales

Unas delgadas láminas de cartílago hialino revisten las caras superior e inferior de los cuerpos vertebrales adyacentes. Entre dos de estas láminas de cartílago hialino se encuentra un disco intervertebral, compuesto principalmente de fibrocartílago (véase [fig. 2-11A](#)). Las fibras de colágeno del disco unen los cuerpos de las dos vértebras. En la región cervical inferior, puede haber pequeñas articulaciones sinoviales (articulaciones uncovertebrales) a cada lado de los discos intervertebrales, entre los bordes superior e inferior de los cuerpos vertebrales.

Discos intervertebrales

Los discos intervertebrales están presentes desde la vértebra C2 hasta el sacro y son las principales estructuras que se unen con los cuerpos vertebrales. Debido a que la vértebra C1 no tiene cuerpo, los discos intervertebrales están ausentes entre esta vértebra y la base del cráneo o entre C1 y C2. El sacro y el cóccix del adulto tampoco cuentan con discos intervertebrales. La vértebra que se localiza inmediatamente por encima del disco es la que permite identificarlo; por ejemplo, el disco L2 se encuentra entre las vértebras L2 y L3. Los discos son responsables de cerca de una cuarta parte de la longitud de la columna vertebral por debajo del nivel de C2. Son más gruesos en las regiones cervical y lumbar, donde los movimientos de la columna son más pronunciados. Es posible considerarlos como almohadillas semielásticas que yacen entre los cuerpos rígidos de las vértebras adyacentes. Sus características físicas permiten que

funcionen como amortiguadores de impacto cuando la carga sobre la columna vertebral aumenta repentinamente, como cuando una persona salta desde un sitio elevado. Su elasticidad permite que las vértebras rígidas se muevan entre ellas. Por desgracia, su elasticidad se pierde gradualmente con el paso de los años. Cada disco consta de una parte periférica, el **anillo fibroso**, y una parte central, el **núcleo pulpos** (tabla. 2-3; véase también fig. 2-11B,C).

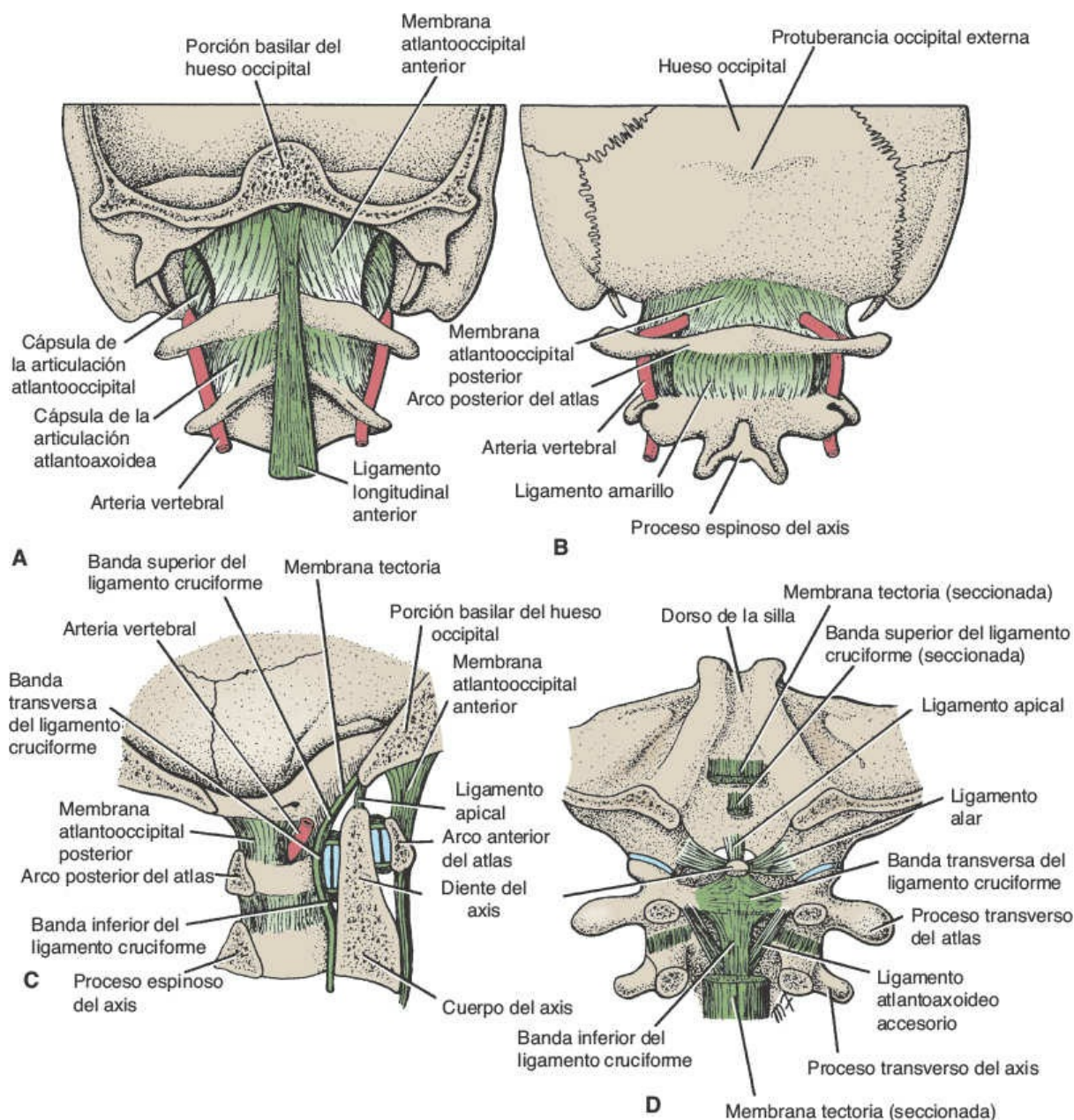


Figura 2-12 Vista anterior (A) y posterior (B) de las articulaciones atlantooccipitales. Sección sagital (C) y vista posterior (D) de las articulaciones atlantoaxiales. Obsérvese que se han retirado el arco posterior del atlas y las láminas y los procesos espinosos del axis.

Tabla 2-3 Componentes de los discos intervertebrales

NÚCLEO PULPOSO	ANILLO FIBROSO
----------------	----------------

Desarrollo	Vestigios de la notocorda	Anillo y vértebra ósea derivada del esclerotoma
Composición	Gel mucopolisacárido con alto contenido de agua (~80%) y pequeñas cantidades de colágeno y cartílago	~14 capas concéntricas (laminillas) de fibrocartilago
Morfología	Masa ovoide en una localización concéntrica Habitualmente bajo presión y localizado ligeramente más cercano al borde posterior del disco	Capas perpendiculares que alternan ángulos entre ellas, con morfología similar a la piel de una cebolla Fibras más abundantes y gruesas anterior y lateralmente Mayor cantidad de fibras unidas fuertemente con los ligamentos longitudinales anterior y posterior de la columna vertebral

Función de los discos intervertebrales

La propiedad semilíquida del núcleo pulposo le permite cambiar de forma y el movimiento de una vértebra sobre otra, como en la flexión y la extensión de la columna vertebral. Un aumento repentino de la carga compresiva sobre la columna vertebral provoca el aplanamiento del núcleo pulposo; no obstante, la flexibilidad del anillo fibroso permite acomodar la protrusión del núcleo. En algunas ocasiones, la compresión excesiva del núcleo pulposo sobre el anillo fibroso puede hacer que este segundo se rompa, lo que facilita que el núcleo se hernie y protruya en el conducto vertebral. En este sitio, el núcleo pulposo puede comprimir raíces nerviosas espinales, un nervio espinal o, incluso, la médula espinal (véase *Notas clínicas* sobre hernias discales).

Con el paso de los años, el contenido de agua del núcleo pulposo disminuye y se reemplaza por fibrocartilago. Las fibras de colágeno del anillo degeneran y, como resultado, el anillo no siempre es capaz de contener al núcleo pulposo bajo estrés. En adultos mayores, la degeneración normal del disco consiste en adelgazamiento, pérdida de elasticidad y aumento de la rigidez, todo lo cual impide diferenciar entre anillo y núcleo. Los discos, más cortos, conducen a una disminución de la longitud de la columna vertebral, por lo que la estatura se reduce. Así, con el paso de los años, se pierde estatura.

Ligamentos

Los **ligamentos longitudinales anterior y posterior** discurren como bandas continuas por las superficies anterior y posterior de la columna vertebral desde el cráneo hasta el sacro (véase [fig. 2-11C](#)). El ligamento anterior es ancho y se fija fuertemente al frente y los laterales de los cuerpos vertebrales y a los discos intervertebrales. El ligamento posterior es más débil y estrecho; se fija a los bordes posteriores de los discos. Estos ligamentos mantienen las vértebras firmemente unidas, si bien permiten cierto grado de movimiento entre ellas.

Articulaciones entre los arcos vertebrales

Las articulaciones que se ubican entre los arcos vertebrales (**articulaciones cigapofisarias**) son articulaciones sinoviales entre los procesos articulares superior e inferior de las vértebras adyacentes (véase [fig. 2-11A](#)). Las superficies articulares se revisten de cartílago hialino, y un ligamento capsular rodea las articulaciones.

Ligamentos

- **Ligamento supraespinoso** (véase [fig. 2-11C](#)). Discurre entre los extremos entre los proceso espinosos adyacentes.
- **Ligamento interespinoso** (véase [fig. 2-11](#)). Conecta los procesos espinosos adyacentes.
- **Ligamentos intertransversos**. Discurren entre procesos transversos adyacentes.
- **Ligamento amarillo** (véase [fig. 2-11C](#)). Conecta las láminas de las vértebras adyacentes.

En la región cervical, los ligamentos supraespinoso e interespinoso se ensanchan considerablemente para formar el **ligamento nual**. Este se extiende desde el proceso espinoso de la vértebra C7 hasta la protuberancia occipital externa del cráneo; su borde anterior se une fuertemente con los procesos espinosos vertebrales intermedios.

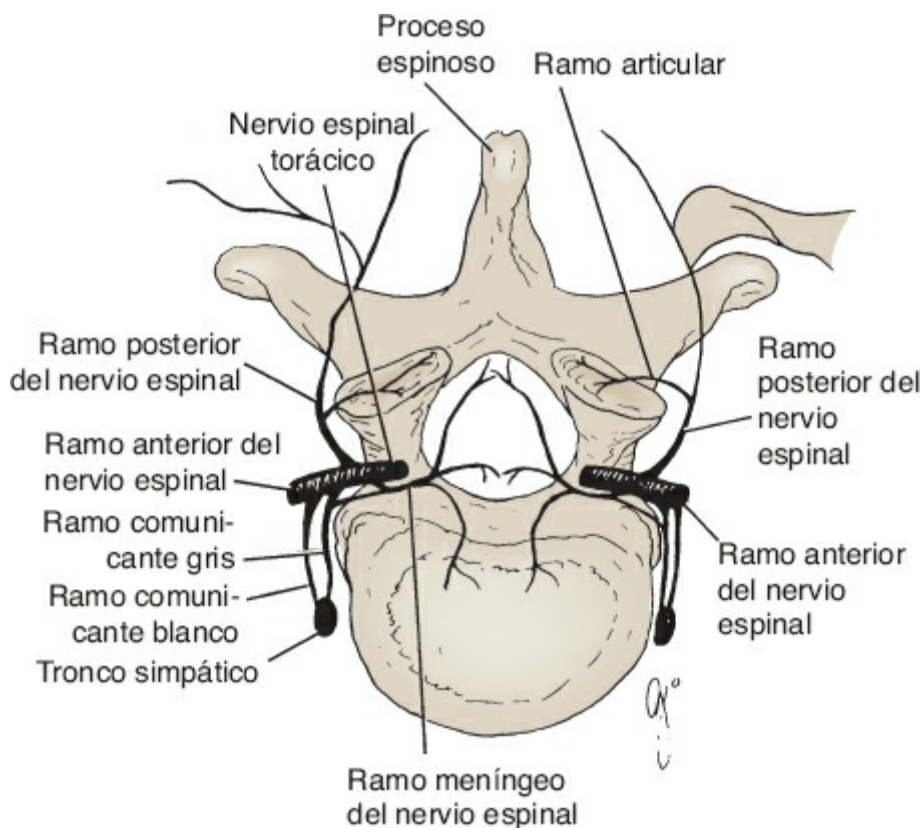


Figura 2-13 Inervación de las articulaciones de la columna vertebral. En cualquier nivel vertebral, las articulaciones reciben fibras nerviosas desde dos nervios espinales adyacentes.

Inervación de las articulaciones de la columna vertebral

Pequeños ramos meníngeos de cada nervio espinal inervan las articulaciones entre los cuerpos vertebrales (fig. 2-13). El nervio meníngeo emerge del nervio espinal a medida que sale del foramen intervertebral. A continuación, vuelve a entrar en el conducto vertebral a través del foramen intervertebral e inerva las meninges, los ligamentos y los discos intervertebrales. Fibras de los ramos posteriores de los nervios espinales inervan las articulaciones entre los procesos articulares. Obsérvese que las fibras de dos nervios espinales adyacentes inervan las articulaciones en cualquiera de los niveles.

Movimiento de la columna vertebral

Como ya se ha descrito, la columna vertebral se compone de una serie de vértebras individuales separadas unas de otras por los discos intervertebrales. Las vértebras se mantienen en posición mediante ligamentos resistentes que limitan en gran medida el grado de movimiento que es posible entre vértebras adyacentes (tabla. 2-4). No obstante, la suma de los pequeños grados de movimiento permitidos entre vértebras permite una movilidad considerable de la columna vertebral en conjunto, lo que brinda un grado de movimiento considerable.

Los movimientos posibles son flexión, extensión, abducción (flexión lateral), rotación y circunducción (tabla. 2-5). Para comprender mejor los mecanismos de estos movimientos, debe recordarse que el eje longitudinal de movimiento de la columna vertebral discurre a lo largo de los cuerpos vertebrales, no a través del conducto vertebral.

- La **flexión** es la angulación anterior de la columna vertebral.
- La **extensión** es la angulación posterior.
- La **abducción** es la flexión lateral del cuerpo a cualquiera de los lados. *Abducción* es el término anatómico correcto para este movimiento (véase cap. 1). Desafortunadamente, el término *flexión alateral* ya domina en algunos escenarios clínicos.
- La **rotación** es el movimiento alrededor del eje longitudinal de la columna vertebral. Recuerde que el eje de rotación discurre a través de los centros de los cuerpos vertebrales.
- La **circunducción** es una combinación de todos estos movimientos.

Tabla 2-4 Ligamentos importantes de la columna vertebral

LIGAMENTO	UBICACIÓN	MOVIMIENTO AL QUE SE OPONE
Longitudinal anterior	Cara anterior de los cuerpos	Extensión

	vertebrales y discos intervertebrales	
Longitudinal posterior	Cara posterior de los cuerpos vertebrales y discos intervertebrales	Flexión
Ligamento amarillo	Cara anterior de las láminas adyacentes	Flexión
Intertransverso	Entre procesos transversos adyacentes	Abducción contralateral (flexión lateral)
Interespinoso	Entre procesos espinosos adyacentes	Flexión
Supraespinoso	Entre vértices de procesos espinosos adyacentes	Flexión
Ligamento nual	Engrosamiento cervical de los ligamentos interespinoso y supraespinoso	Flexión

El tipo y la amplitud de movimientos posibles en cada región de la columna dependen en gran medida del grosor de los discos intervertebrales y la forma y la dirección de los proceso articulares. En la región torácica, las costillas, los cartílagos costales y el esternón restringen la amplitud de movimiento. Las articulaciones atlantooccipitales permiten los movimientos de flexión y extensión amplios de la cabeza. Así, permiten la mayor parte de amplitud en el movimiento de afirmación gestual (decir “sí”). Las articulaciones atlantoaxoideas permiten una gran amplitud de rotación del atlas sobre el axis. Estas articulaciones permiten la mayor parte de amplitud en el movimiento de negación textual (decir “no”).

Gran cantidad de músculos mueven la columna vertebral. Muchos de estos músculos se hallan unidos directamente a las vértebras, mientras que otros, como el esternocleidomastoideo y los de la pared abdominal, se unen al cráneo, las costillas o las fascias.

En la región cervical, los músculos cervical largo, escaleno anterior y esternocleidomastoideo producen flexión, mientras que los músculos retrovertebrales producen extensión (véase Músculos de la espalda, p. 60). Los escalenos anterior y medio, el trapecio y el esternocleidomastoideo producen abducción (flexión lateral). El esternocleidomastoideo de un lado actúa con el esplenio contralateral para producir rotación.

En la región torácica, los músculos unilaterales semiespinales y los rotadores, ayudados por los oblicuos de la pared abdominal contralateral, producen rotación.

En la región lumbar, los músculos recto abdominal y psoas producen flexión, mientras que los músculos retrovertebrales ayudan a producir extensión. Los músculos retrovertebrales, cuadrado lumbar y oblicuos de la pared abdominal anterolateral producen abducción (flexión lateral). El músculo psoas también actúa en este movimiento. Los músculos rotadores y los oblicuos de la pared abdominal anterolateral producen rotación.

Tabla 2-5 Movimientos intervertebrales regionales

REGIÓN	CERVICAL	TORÁCICA	LUMBAR
Flexión/extensión	Amplia ~50% de la amplitud de movimiento debida a las articulaciones atlantooccipitales	Limitada	Amplia
Abducción (flexión lateral)	Amplia	Limitada	Amplia
Rotación	Amplia ~50% de la amplitud de movimiento cervical para la rotación debida a las articulaciones atlantoaxoideas Sin rotación en las articulaciones atlantooccipitales	Posible, pero muy limitada	Prácticamente nula Gran movilidad de la región lumbar, en especial como consecuencia de la circunducción y la inclinación pélvica
Circunducción	Amplia	Limitada	Amplia



Notas clínicas

Luxación de la columna vertebral

La luxación sin fractura se presenta solo en la región cervical debido a que los procesos articulares de las vértebras cervicales, orientadas oblicuamente, no se entrelazan los unos con otros y permiten movimiento intervertebral significativo (véanse tablas 2-1 y 2-5). En las regiones torácica y lumbar, solo puede haber luxación si los procesos articulares, alineados verticalmente y entrelazados, se fracturan.

Las luxaciones suelen presentarse entre las vértebras C4 y C5 o las vértebras C5 y C6, donde la movilidad es mayor (fig. 2-14). En las luxaciones unilaterales, el proceso articular inferior de un lado de la vértebra es forzado hacia adelante sobre el borde anterior del proceso articular superior de la vértebra localizada por debajo. Debido a que los procesos articulares suelen solaparse, estos se bloquean en caso de luxación. El nervio espinal ipsilateral suele estar pinzado dentro del foramen intervertebral, lo que produce dolor intenso. Por fortuna, el gran tamaño del conducto vertebral permite que la médula espinal no se dañe en la mayoría de los casos.

Las luxaciones cervicales bilaterales se asocian casi siempre con una lesión grave de la médula espinal. La afectación de las vértebras cervicales superiores origina la paralización de los músculos respiratorios, incluyendo el diafragma (nervios frénicos, C3-C5). Ello conlleva una muerte inmediata.

Fractura de la columna vertebral

Las fracturas anteriores por compresión de los cuerpos vertebrales suelen ser consecuencia de un tipo de lesión por flexión excesiva y compresión, y ocurren en localizaciones de máxima movilidad o en la unión de regiones móviles y fijas de la columna. Es interesante que, en el caso de una fractura de este tipo, hay aplastamiento del cuerpo de la vértebra, mientras que el ligamento longitudinal posterior (el cual resiste a la flexión) permanece intacto. Tampoco hay afectación del arco vertebral ni de los ligamentos intervertebrales; por lo tanto, no hay desplazamiento vertebral o lesión de la médula espinal. Cuando la lesión provoca abducción (flexión lateral) y flexión excesivas, la parte lateral del cuerpo también se ve afectada.

Fracturas con luxación

Las fracturas con luxación suelen ser consecuencia de la combinación de una lesión de tipo flexión y rotación, en la que se produce flexión excesiva de la vértebra superior y un movimiento de giro sobre la vértebra inferior. De nuevo, suelen producirse en localizaciones de mayor movilidad, como en la región lumbar o en la unión de una región móvil con otra fija, como en las vértebras lumbares inferiores. Debido a que los procesos articulares se fracturan y los ligamentos se desgarran, las vértebras afectadas son inestables, por lo que la médula espinal suele lesionarse gravemente o seccionarse. En estos casos, se presenta paraplejía.

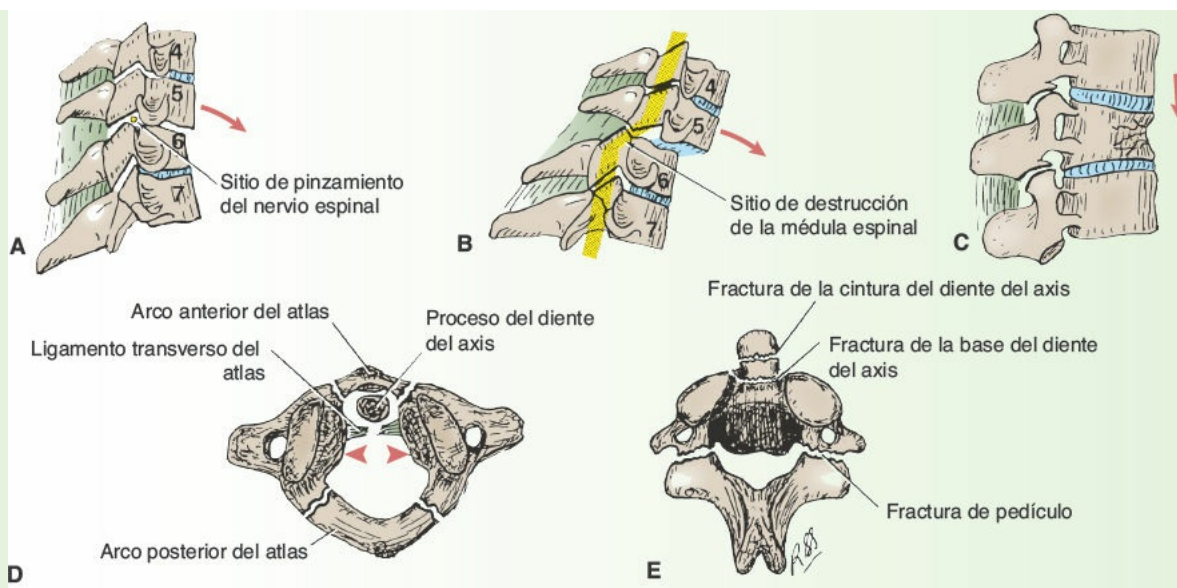


Figura 2-14 Luxaciones y fracturas de la columna vertebral. **A.** Luxación unilateral de la quinta o la sexta vértebra cervical. Obsérvese el desplazamiento anterior del proceso articular inferior sobre el proceso articular de la vértebra inferior. **B.** Luxación bilateral de la quinta o la sexta vértebra cervical. Nótese que el 50% del ancho del cuerpo vertebral se ha desplazado anteriormente sobre la vértebra inferior. **C.** Fractura de tipo flexión y compresión del cuerpo vertebral en la región lumbar. **D.** Fractura de Jefferson en el atlas. **E.** Fracturas del diente del axis y los pedículos (fractura del ahorcado) del axis.

Fracturas por compresión vertical

Las fracturas por compresión vertical ocurren en las regiones cervical y lumbar, donde es posible enderezar por completo la columna (véase fig. 2-14D). En la región cervical, con el cuello recto, una fuerza vertical excesiva desde arriba daña el anillo del atlas y origina un desplazamiento lateral (hacia fuera) de las masas laterales (**fractura de Jefferson**). En los casos en los que el cuello está ligeramente flexionado, las vértebras cervicales inferiores permanecen en línea recta y la carga compresiva es transmitida a la vértebra inferior, lo que daña el disco intervertebral y origina rotura del cuerpo vertebral. Fragmentos del cuerpo vertebral suelen desplazarse hacia la médula espinal. En la región lumbar erecta, fuerzas excesivas desde abajo provocan la rotura del cuerpo vertebral, con el consecuente desplazamiento posterior de fragmentos hacia dentro del conducto vertebral.

Las fracturas por compresión no traumáticas pueden ser consecuencia de estados patológicos graves, como en la osteoporosis o la tuberculosis (espondilitis tuberculosa; enfermedad de Pott). En estos casos, el disco vertebral enfermo puede romperse y colapsar a causa del peso de la parte superior del cuerpo.

Fractura del diente del axis

Las fracturas del diente del axis son relativamente frecuentes y son consecuencia de caídas o golpes en la cabeza (véase fig. 2-14E). La movilidad excesiva del fragmento odontoideo o la rotura del ligamento transverso puede causar lesión por compresión de la médula espinal.

Fractura del pedículo del axis (fractura del ahorcado)

La lesión grave por extensión del cuello (p. ej., en accidentes de tránsito o caídas), suele ser la causa de la “fractura del ahorcado”. La hiperextensión repentina del cuello es la responsable de la denominación común de esta fractura, pues se asemeja al método utilizado para ejecutar por ahorcamiento a los condenados, en el que el nudo se colocaba bajo el mentón. Debido a que el conducto vertebral aumenta de tamaño por el movimiento anterior del cuerpo vertebral del axis, la médula espinal no suele comprimirse (véase fig. 2-14E).

Espondilolistesis

En la espondilolistesis, el cuerpo de una vértebra lumbar inferior (habitualmente L5) se desliza

anteriormente sobre el cuerpo de la vértebra localizada por debajo (o sobre el sacro) y lleva consigo toda la porción superior de la columna vertebral.

Espondilolistesis congénita

En esta alteración, el defecto esencial está en los pedículos de la vértebra desplazada, probablemente formados de forma anómala como consecuencia de la falta de unión de los centros de osificación accesorios. El proceso espinoso, las láminas y los procesos articulares inferiores permanecen en su posición, mientras que el resto de la vértebra, que ya ha perdido la influencia restrictiva de los procesos articulares inferiores, se desplaza anteriormente. Debido a que las láminas permanecen detrás, el conducto vertebral no se estrecha, pero las raíces nerviosas sí pueden pinzarse y provocar lumbalgia y ciática. En casos graves, el tronco se acorta, y las costillas inferiores hacen contacto con la cresta iliaca.

Espondilolistesis degenerativa

En esta alteración, frecuente en los adultos mayores, se produce una degeneración de los discos intervertebrales en la región lumbar y artrosis en las articulaciones intervertebrales. Suele haber desplazamiento anterior de la vértebra L5 y compresión de las raíces nerviosas lumbares, lo que provoca lumbalgia y dolor en la pierna que discurre inferiormente en la distribución del nervio afectado.

MÚSCULOS DE LA ESPALDA

Los músculos de la espalda se pueden dividir en tres grupos:

- **Grupo superficial** (trapecio, dorsal ancho, elevador de la escápula, romboides mayor, romboides menor). Estos músculos conectan la cintura escapular con la columna vertebral. Funcional y embriológicamente, son músculos del miembro superior, por lo que se describen en el [capítulo 3](#).
- **Grupo intermedio** (serrato posterior superior, serrato posterior inferior). Son dos músculos pequeños que participan en los movimientos de la caja torácica. Se describen en el [capítulo 4](#).
- **Grupo profundo.** Grupo de músculos pequeños y grandes que se encargan del movimiento de la columna vertebral, las costillas y el cráneo.

Músculos profundos (músculos retrovertebrales)

En la posición erguida, la línea de gravedad ([fig. 2-15](#)) pasa a través del diente del axis, posterior a los centros de la articulación de la cadera y anterior a la rodilla y la articulación del tobillo. Por lo tanto, cuando el cuerpo se encuentra en esta posición, la mayor parte del peso reposa por delante de la columna vertebral. No sorprende que, como consecuencia, en seres humanos haya un buen desarrollo de los músculos retrovertebrales de la espalda. El tono muscular de estos músculos es el principal factor responsable del mantenimiento de las curvaturas normales de la columna vertebral.

Los músculos profundos de la espalda forman una amplia columna gruesa de tejido muscular, la cual ocupa el espacio de cada uno de los lados de los procesos espinosos de la columna vertebral ([tabla. 2-6](#); véase también [fig. 2-15A](#)). Esta compleja masa se compone de muchos músculos individuales de diversas longitudes, y se extiende desde el sacro hasta el cráneo. Cada músculo

emula una cuerda que, al ser tirada, provoca el movimiento de una o varias vértebras. Debido a que las inserciones de estos músculos se superponen, regiones completas de la columna vertebral pueden moverse de forma fluida y uniforme.

Los proceso transversos y espinosos de las vértebras sirven como palancas que facilitan las acciones musculares. Los músculos de mayor longitud son superficiales y discurren verticalmente desde el sacro hasta los ángulos costales, los procesos transversos y los procesos espinosos superiores. Los músculos intermedios discurren de manera oblicua entre los proceso transversos y espinosos. Las fibras más cortas y profundas discurren entre los proceso espinosos y entre las procesos transversos de las vértebras adyacentes.

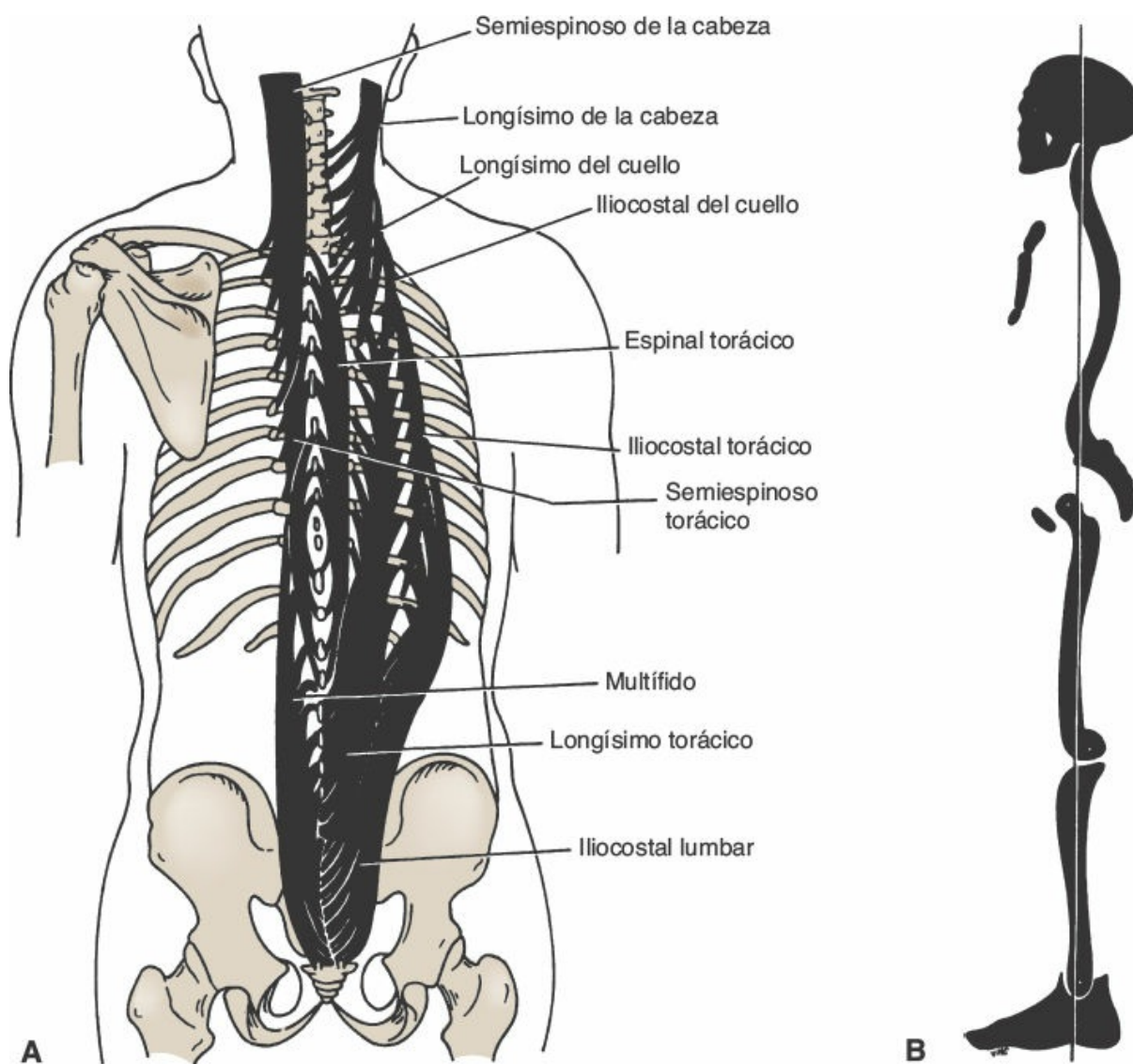


Figura 2-15 A. Disposición de los músculos profundos de la espalda. B. Vista lateral del esqueleto que muestra la línea de gravedad. Debido a que la mayor parte del peso corporal se encuentra por delante de la columna vertebral, los músculos profundos de la espalda son importantes para lograr mantener las curvaturas normales de la columna vertebral en la posición erguida.

En general, los músculos profundos de la espalda actúan para producir diversos grados de extensión de la columna vertebral y el cráneo. Asimismo,

especialmente cuando actúan unilateralmente, pueden producir diversos grados de abducción y rotación de las vértebras y el cráneo. La comprensión de las acciones y la innervación de los músculos profundos es invaluable en las profesiones biomédicas. En cambio conocer perfectamente las inserciones de estos músculos es útil en mayor o menor medida según el campo profesional específico. Por lo tanto, el detalle de las inserciones musculares se omite en esta publicación.

Tabla 2-6 Grupo muscular profundo de la espalda

MÚSCULOS SUPERFICIALES VERTICALES	MÚSCULOS INTERMEDIOS OBLICUOS	MÚSCULOS PROFUNDOS
Iliocostal Longísimo Espinal	Esplenio de la cabeza y el cuello Grupo transversoespinal: • Semiespinal • Multifido • Rotadores	Interespinales Intertransversos Músculos elevadores de las costillas Suboccipitales: • Oblicuo de la cabeza superior • Oblicuo de la cabeza inferior • Recto de la cabeza posterior mayor • Recto de la cabeza posterior menor

El grupo de músculos profundos de la espalda puede organizarse como se muestra en la [tabla. 2-6](#).

Inervación de los músculos de la espalda

Todos los músculos que componen los grupos superficial e intermedio de la espalda, excepto uno, son innervados por los ramos anteriores de los nervios espinales. La excepción es el músculo trapecio, innervado por el nervio accesorio (espinal) (nervio craneal XI). Todos los músculos de la espalda del grupo profundo están innervados por los ramos posteriores de los nervios espinales.

Triángulos musculares

Los márgenes de ciertas intersecciones de músculos y huesos forman tres espacios característicos en la espalda.

Triángulo de auscultación

El triángulo de auscultación es la región de la espalda donde mejor pueden escucharse los ruidos respiratorios con un fonendoscopio, pues el espacio no está

cubierto por músculos. Los límites son el dorsal ancho, el trapecio y el romboides mayor.

Triángulo lumbar

En el triángulo lumbar puede acumularse pus u originarse una hernia lumbar desde la pared abdominal. Los límites son el dorsal ancho, el borde posterior del músculo oblicuo externo del abdomen y la cresta ilíaca.

Triángulo suboccipital

El triángulo suboccipital contiene el nervio suboccipital (el ramo posterior del nervio espinal C1) y la arteria vertebral. Los límites son el músculo recto cefálico, el mayor posterior, el oblicuo inferior de la cabeza y el oblicuo superior de la cabeza. Obsérvese que el músculo recto posterior menor de la cabeza se incluye como uno de los músculos de la región suboccipital, pero no es un límite del triángulo suboccipital. Los cuatro músculos suboccipitales pequeños producen movimientos importantes de las articulaciones atlantoaxoideas y atlantooccipitales.

FASCIA PROFUNDA (FASCIA TORACOLUMBAR)

La porción lumbar de la fascia profunda se localiza en el espacio entre las crestas ilíacas y las duodécimas costillas; recibe el nombre de *fascia toracolumbar*. Forma una aponeurosis superficial resistente, con tabiques profundos que albergan las principales porciones de los músculos erectores de la columna. Lateralmente, la fascia da origen a las fibras medias del músculo transverso del abdomen y a las fibras superiores del músculo oblicuo interno, así como al dorsal ancho (fig. 2-16).

La fascia toracolumbar se separa en tres láminas. La lámina posterior cubre los músculos profundos de la espalda y se une a los procesos espinosos lumbares. La lámina media pasa medialmente y se une a los vértices de los procesos transversos de las vértebras lumbares; se localiza anteriormente a los músculos de la espalda y posteriormente al cuadrado lumbar. La lámina anterior pasa medialmente y se une a la superficie anterior de los procesos transversos de las vértebras lumbares; se localiza anteriormente al cuadrado lumbar.

IRRIGACIÓN DE LA ESPALDA

La irrigación de la espalda es amplia y compleja. Gran cantidad de ramas conectan la columna vertebral y sus anexos con las fuentes vasculares a través de toda la longitud de la espalda.

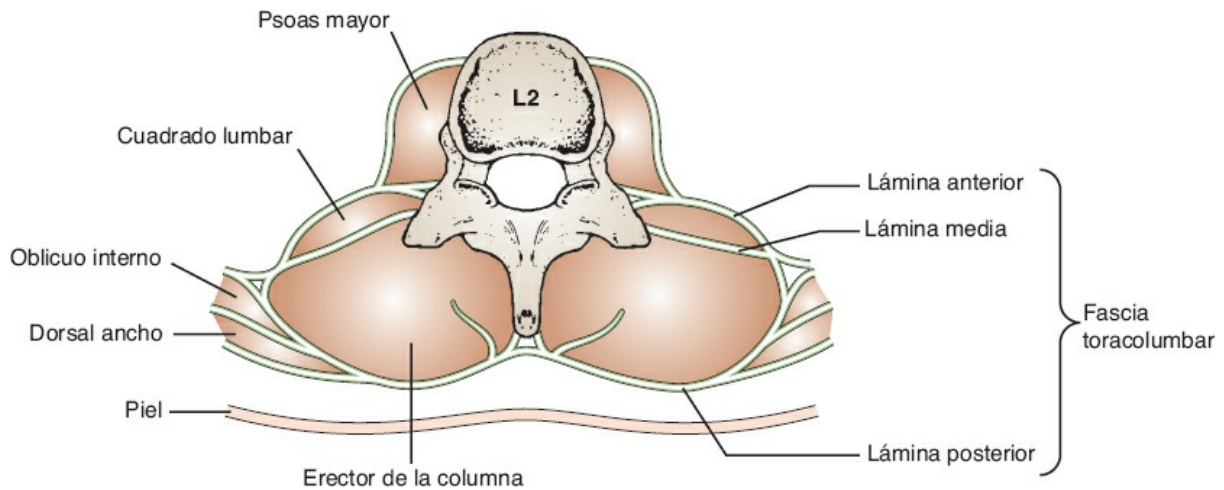


Figura 2-16 Sección transversa esquemático de la región lumbar que muestra la disposición de la fascia toracolumbar. Obsérvense las tres láminas que albergan los músculos erectores de la columna y dan origen a otros de los músculos de la espalda y la pared abdominal.

Arterias

El aporte arterial de la espalda deriva de una gran cantidad de vasos a lo largo de la región.

- En la **región cervical**, las ramas emergen de la arteria occipital (rama de la arteria carótida externa), la arteria vertebral (rama de la arteria subclavia) y la arteria cervical profunda (rama del tronco costocervical).
- En la **región torácica**, las ramas emergen de las arterias intercostales posteriores.
- En la **región lumbar**, las ramas emergen de las arterias subcostal y lumbar.
- En la **región sacra**, las ramas emergen desde las arterias sacra lateral y lumbar, ambas ramas de la arteria ilíaca interna.

Venas

Las venas que drenan la espalda forman plexos que se extienden a lo largo de la columna vertebral desde el cráneo hacia el cóccix.

- El **plexo venoso vertebral** externo rodea la cara lateral de la columna vertebral.
- El **plexo venoso vertebral** interno se encuentra dentro del conducto vertebral, pero por fuera de la duramadre de la médula espinal, en el espacio extradural (epidural) ([fig. 2-17](#)).

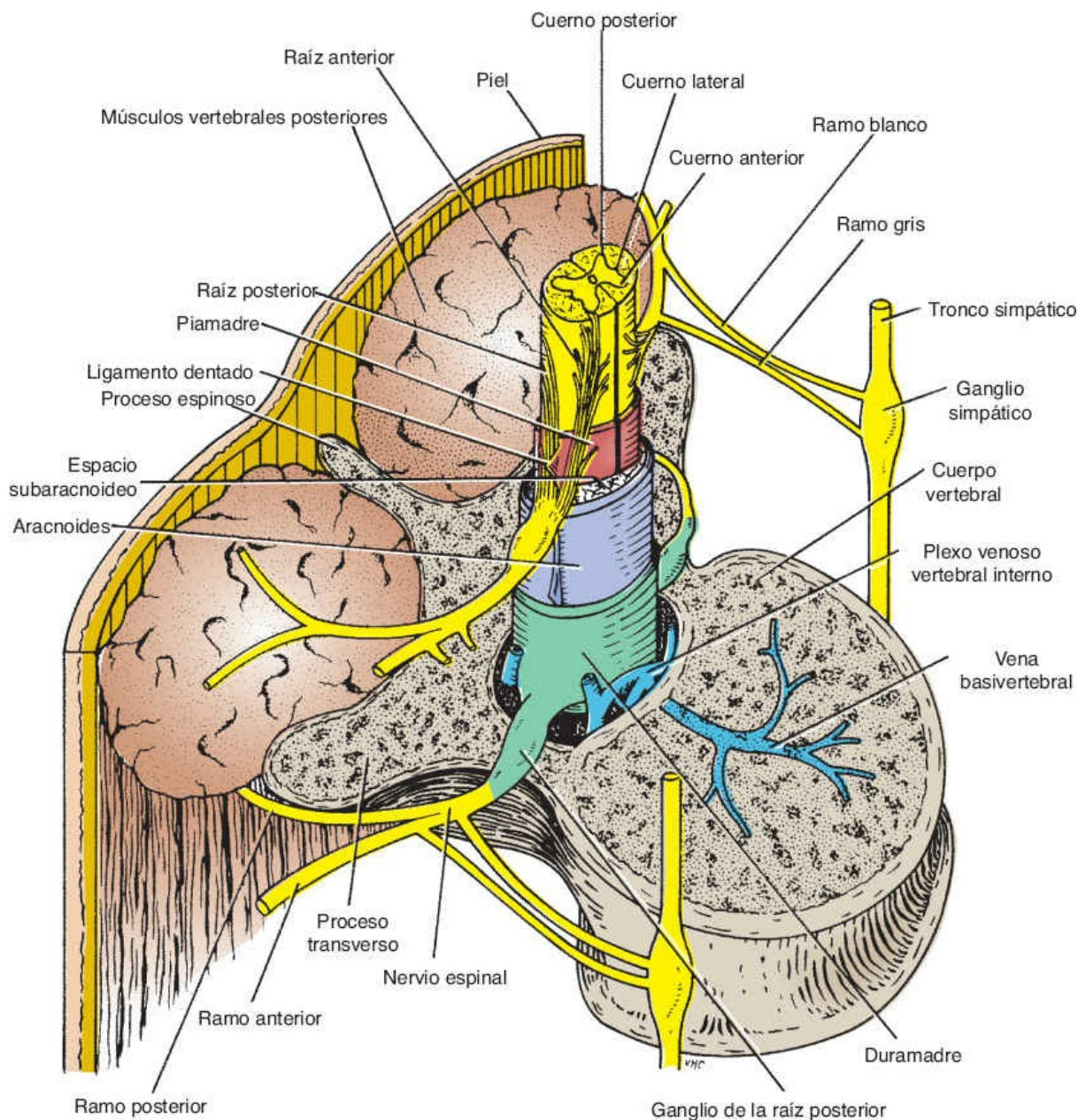


Figura 2-17 Sección oblicua a través de la primera vértebra lumbar que muestra la médula espinal y sus membranas. Nótese la relación entre el nervio espinal y el tronco simpático a cada lado. Obsérvese también el importante plexo venoso vertebral interno.

Los plexos vertebrales externo e interno forman una amplia red venosa de paredes delgadas, y conductos con válvulas incompetentes o sin válvulas. Se comunican a través del foramen magno con los senos venosos dentro del cráneo. Lo anterior implica que puede haber flujo venoso libre entre el cráneo, el cuello, el tórax, el abdomen, la pelvis y los plexos vertebrales; la dirección del flujo depende de las presiones diferenciales que en un momento determinado haya entre regiones. Esta característica es de notable relevancia clínica (véase *Notas clínicas* sobre cáncer de próstata).

El plexo vertebral interno recibe tributarias desde las vértebras mediante las **venas basivertebrales** (véase [fig. 2-17](#)) y desde las meninges y la médula espinal. Las **venas intervertebrales**, que emergen a través de los forámenes

intervertebrales junto con los nervios espinales, drenan el plexo interno. En los forámenes intervertebrales, se unen a las tributarias del plexo vertebral externo, drenando a su vez en las venas vertebral, intercostal, lumbar y sacra lateral.

DRENAJE LINFÁTICO

Los vasos linfáticos profundos siguen a las venas y drenan en los nódulos cervicales profundos, mediastínicos posteriores, aórticos laterales y sacros. Los nódulos linfáticos de la piel del cuello drenan en los nódulos cervicales; los del tronco, por arriba de las crestas ilíacas, drenan en los nódulos axilares, y aquellos ubicados por debajo del nivel de las crestas ilíacas drenan en los nódulos inguinales superficiales (véase [fig. 6-23](#)).

MÉDULA ESPINAL

La médula espinal es la parte elongada y cilíndrica del sistema nervioso central, por debajo de la cabeza. Se halla por completo dentro del conducto central de la columna vertebral. En el nivel anatómico macroscópico, la médula espinal comienza en el foramen magno, como prolongación de la médula oblongada del cerebro. En el adulto, esta estructura finaliza inferiormente a nivel de la primera vértebra lumbar (véase [fig. 2-4D](#)). La médula espinal tiene un abultamiento fusiforme en la región cervical (**intumescencia cervical**), donde da origen al plexo braquial, y otro más en las regiones torácica y lumbar (**intumescencia lumbar**), donde da origen al plexo lumbosacro.

La superficie externa de la médula espinal tiene surcos de diversas profundidades. La **fisura media anterior** es un surco profundo en la línea media anterior. El **surco medio posterior** es una depresión similar en la línea media posterior. Un par de **surcos posterolaterales** originan depresiones superficiales en las caras posterolaterales de la médula. Los dos **surcos anterolaterales** son marcas superficiales en las caras anterolaterales de la médula.

La médula espinal finaliza inferiormente como un triángulo, el **cono medular**. Una prolongación de la piamadre, el **filum terminal**, desciende desde el vértice del cono y se inserta por detrás del cóccix ([fig. 2-18](#); véanse también [figs. 2-4](#) y [2-22](#)).



Notas clínicas

Plexo venoso vertebral y cáncer de próstata

El plexo venoso vertebral, longitudinal, con paredes delgadas y sin válvulas es una estructura con relevancia clínica, pues se comunica superiormente con los senos venosos intracraneales y segmentariamente con las venas del tórax, el abdomen y la pelvis. Además de entrar en la vena cava inferior, la sangre venosa pélvica ingresa al plexo venoso vertebral; por esta vía, puede alcanzar y entrar en el cráneo. Las probabilidades de que esto ocurra son mayores si aumenta la presión intraabdominal. El plexo venoso vertebral interno no está sometido a presiones externas atribuibles a un aumento de la presión intraabdominal. Un aumento de presión en las venas abdominales y

pélvicas suele hacer que la sangre salga de las cavidades abdominal y pélvica se dirija hacia las venas dentro del conducto vertebral. La morfología de este plexo explica por qué el cáncer de próstata puede metastatizar hacia la columna vertebral y la cavidad craneal.

Nervios espinales

Como se describe en el [capítulo 1](#), 31 pares de nervios espinales se unen a la médula espinal (véanse figs. 2-17 a 2-22). Se nombran de acuerdo con la región de la columna vertebral y la vértebra específicas con la que se asocian: 8 cervicales, 12 torácicos, 5 lumbares, 5 sacros y 1 coccígeo. Todos los nervios espinales se originan con una serie de **raicillas anteriores y posteriores** pares, que se unen a los surcos anterolateral y posterolateral de la médula espinal, respectivamente, y se extienden a lo largo de todo el segmento medular. Cada par de raicillas anteriores y posteriores se une para formar una sola **raíz posterior** y una sola **raíz anterior** dentro del conducto vertebral. El par de raíces anterior y posterior emerge del foramen intervertebral (FIV) y compone un **nervio espinal**. Todas las raíces posteriores cuentan con un **ganglio de la raíz posterior**, que se localiza en el FIV. Los nervios espinales pasan a través del FIV e inmediatamente se dividen en un **ramo posterior** más pequeño y un **ramo anterior** más grande. El ramo posterior se divide en los ramos medial y lateral, que se distribuyen en la espalda. El ramo anterior se distribuye inicialmente a regiones más laterales y anteriores.

El ramo posterior de los 31 pares de nervios espinales inerva la piel y los músculos de la espalda de manera segmentaria. No obstante, los ramos posteriores de los nervios C1, C6-C8 y L4-L5 inervan los músculos profundos, pero no la piel. El ramo posterior del nervio C2 (**nervio occipital mayor**) asciende sobre la parte posterior de la cabeza e inerva la piel del cuero cabelludo.

Funcionalmente, las raicillas y raíces posteriores transmiten impulsos sensoriales (aférentes) desde los nervios espinales hacia la médula espinal, mientras que las raicillas y raíces anteriores transmiten impulsos motores (eferentes) desde la médula espinal hacia los nervios espinales. Los nervios espinales y los ramos posteriores y anteriores son componentes nerviosos mixtos, en el sentido de que transmiten información sensorial y motora desde y hacia la periferia. Por lo tanto, las lesiones en las raíces y raicillas, en comparación con nervios espinales y sus ramos, provocan distintos déficits motores y sensoriales (p. ej., la lesión de las raíces anteriores solo afecta las motoneuronas). No obstante, las lesiones de los ramos anteriores afectan a fibras tanto motoras como sensitivas.

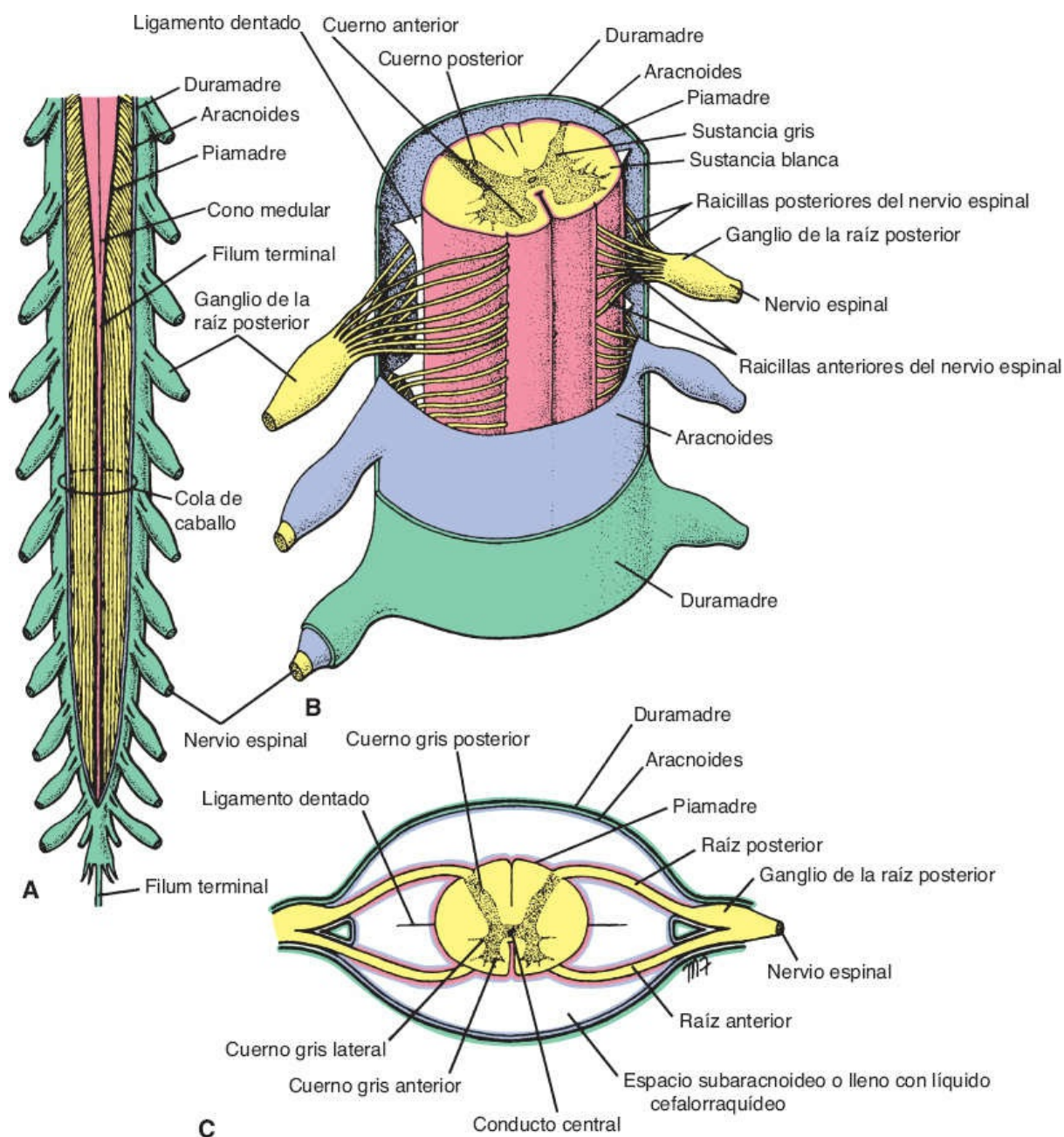


Figura 2-18 A. Extremo inferior de la médula espinal y la cola de caballo. B. Sección a través de la porción torácica de la médula espinal que muestra las raíces anteriores y posteriores de los nervios espinales, así como las meninges. C. Sección transversal de la médula espinal que muestra las meninges y la ubicación del líquido cefalorraquídeo.

En adultos, la médula espinal es significativamente más corta que la columna vertebral. Debido a esta disparidad, la longitud de las raíces nerviosas espinales aumenta progresivamente desde arriba en dirección inferior (fig. 2-19; véanse también figs. 2-18 a 2-22). En la región cervical superior, las raíces nerviosas espinales son cortas y discurren casi horizontalmente a sus respectivos FIV. No obstante, las raíces de los nervios lumbares, sacros y coccígeos por debajo del cono medular forman una banda larga, gruesa y vertical de nervios alrededor del filum terminal con objeto de alcanzar los FIV distantes. El haz conjunto de raíces nerviosas por debajo del cono y el filum terminal se conoce como *cola de caballo*, por su semejanza con la cola de los equinos (véanse figs. 2-18 y 2-22).

Obsérvese que, debido a la discordancia de tener ocho nervios cervicales y solo siete vértebras cervicales, el nervio espinal C1 pasa por el espacio entre la vértebra C1 y la base del cráneo (sobre la vértebra C1). De la misma manera, los nervios espinales C2-C7 emergen a través de los FIV sobre las vértebras del mismo número (p. ej., el nervio C5 pasa a través del FIV entre las vértebras C4 y C5, por encima de la vértebra C5). No obstante, esta relación posicional cambia a nivel del nervio espinal C8, donde el nervio debe atravesar el FIV entre las vértebras C7 y T1, por debajo de C7. Debajo del nervio espinal C8, el número de nervios espinales iguala al número de vértebras, excepto por el nervio coccígeo único. Por lo tanto, todos los nervios espinales torácicos, lumbares y sacros emergen a través del FIV debajo de la vértebra del mismo número (p. ej., el nervio L2 emerge del FIV entre las vértebras L2 y L3, por debajo de L2). Estas relaciones son importantes cuando se consideran los efectos de una hernia discal o el estrechamiento de un FIV sobre nervios espinales específicos (véase *Notas clínicas*).

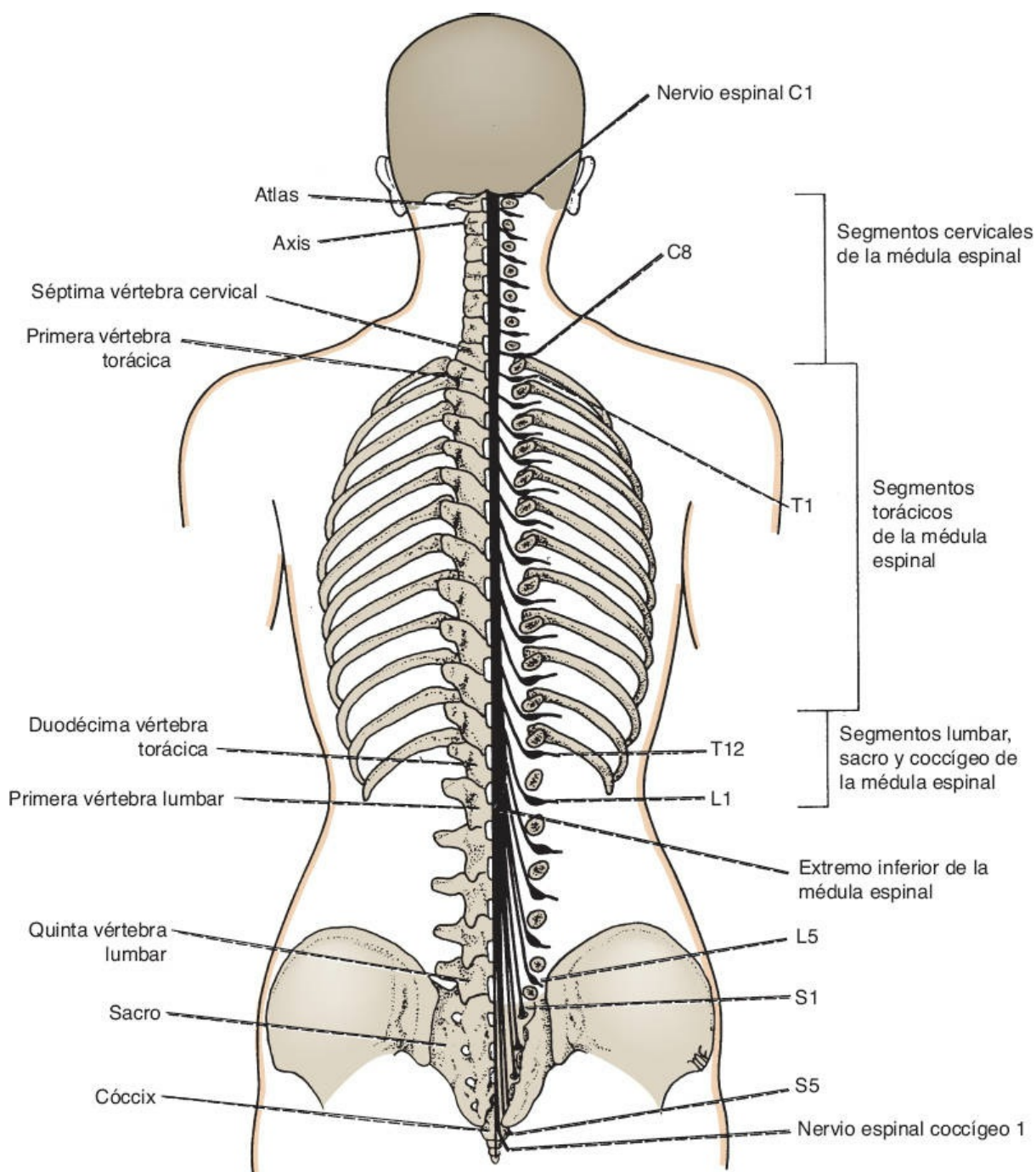


Figura 2-19 Vista posterior de la médula espinal que muestra los orígenes de las raíces de los nervios espinales y sus relaciones con las diferentes vértebras. A la derecha, las láminas se han eliminado para exponer la mitad derecha de la médula espinal y las raíces nerviosas.

Irrigación de la médula espinal

La médula espinal recibe su aporte arterial desde dos fuentes: 1) las **arterias espinales**, que se originan de las arterias vertebrales dentro de la cavidad craneal, y 2) las **arterias radiculares (radiculomedulares)**, que se ramifican desde las arterias segmentarias junto a la columna vertebral. Tres pequeñas arterias espinales discurren longitudinalmente: dos **arterias espinales posteriores** y una **arteria espinal anterior**. Las arterias espinales posteriores

discurren inferiormente por la médula espinal, cerca de las uniones de las raicillas espinales posteriores. La arteria espinal anterior discurre inferiormente por la fisura media anterior. Las arterias espinales anterior y posterior están reforzadas por diversas arterias radicales (radiculomedulares), que se originan fuera de la columna vertebral y a lo largo de todo el tronco. Las arterias radicales entran en el conducto vertebral a través de los forámenes intervertebrales.

El sistema venoso de la médula espinal se compone de una red compleja de venas que drenan en el plexo venoso vertebral interno.



Notas clínicas

Isquemia medular

La irrigación de la médula espinal es sorprendentemente escasa, considerando la relevancia del órgano. Las arterias espinales anterior y posterior son pequeñas y de diámetro variable; las arterias radicales segmentarias que las refuerzan son de diversos tamaños y se encuentran en cantidad variable. La isquemia de la médula espinal puede presentarse fácilmente como consecuencia de un daño leve de la irrigación arterial tras procedimientos anestésicos locales, bloqueos nerviosos o cirugía aórtica.

Meninges de la médula espinal

Todo el sistema nervioso central (encéfalo y médula espinal) está rodeado por tres meninges: **duramadre**, **aracnoides** y **piamadre** (véanse figs. 2-17, 2-18, 2-21 y 2-22).

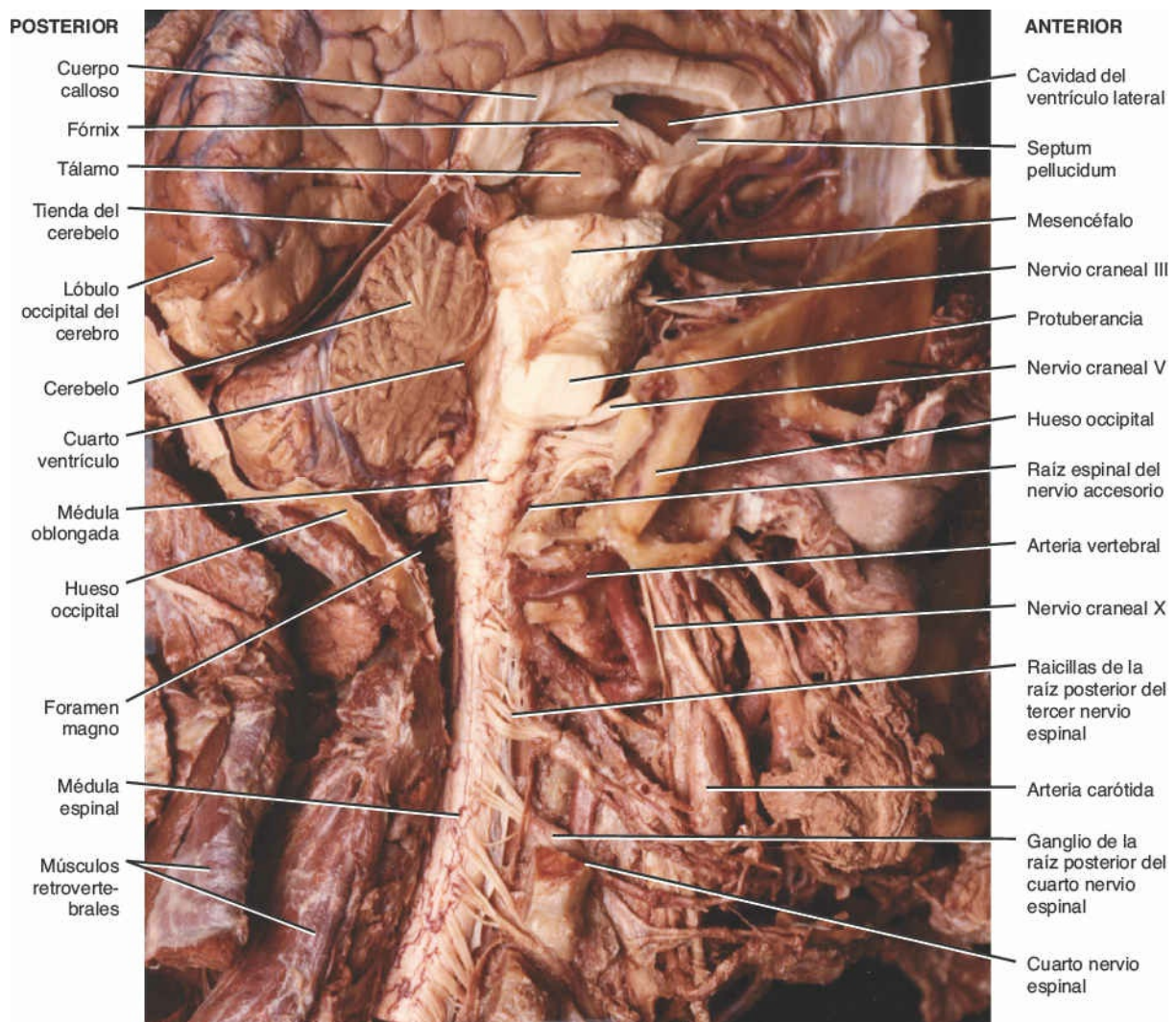


Figura 2-20 Disección del cráneo y la parte superior de la columna vertebral cervical que muestra el cerebro en una sección sagital y la médula espinal intacta en su sitio. Nótese la continuidad de la médula oblongada y la médula espinal en el foramen magno. Obsérvense también raíces de los nervios cervicales espinales y los troncos de los nervios espinales a medida que emergen por los forámenes intervertebrales seccionados.

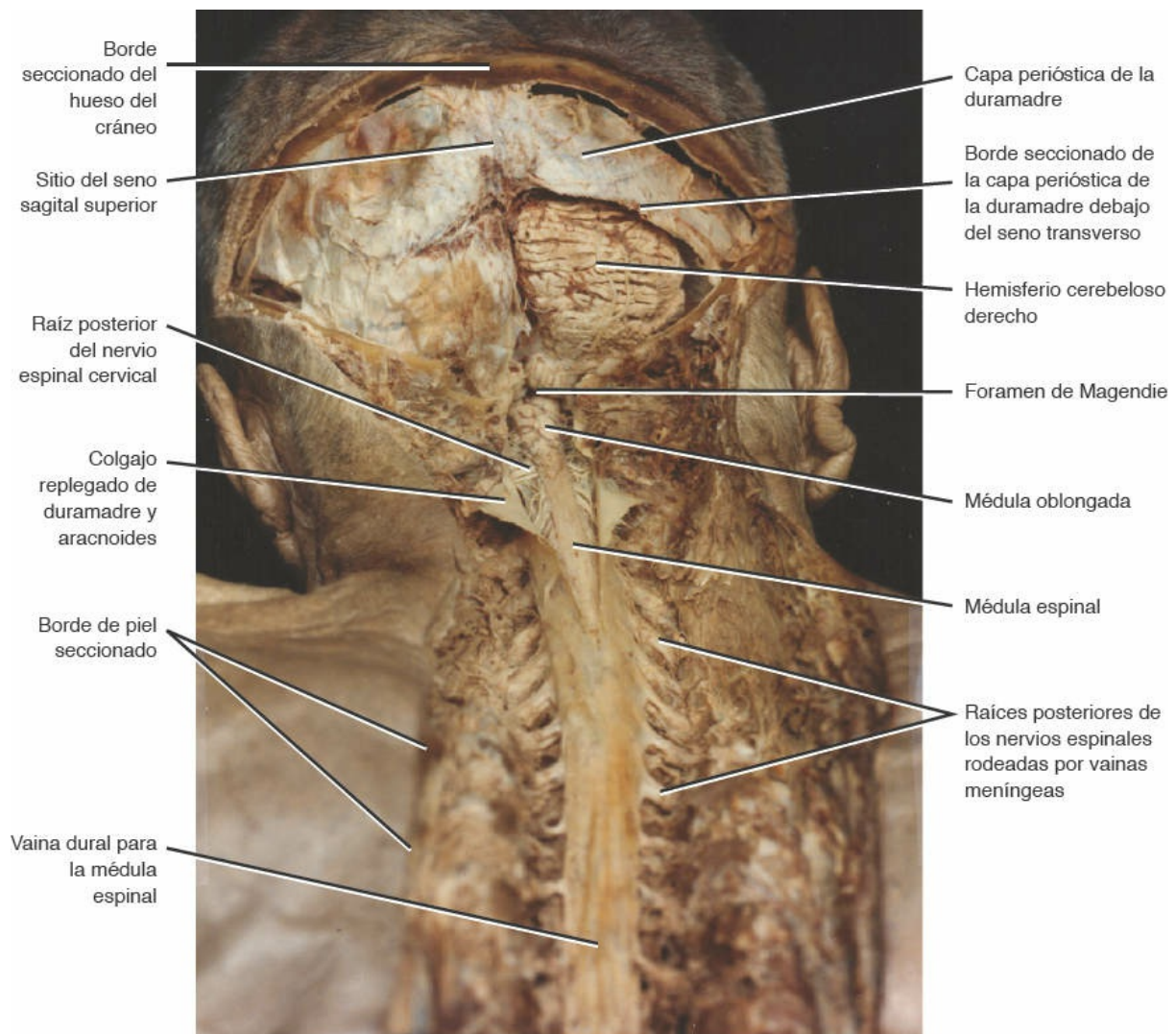


Figura 2-21 Disección de la espalda de la cabeza y el cuello. La mayor parte del hueso occipital se ha retirado para exponer la capa perióstica de la duramadre. A la derecha, se ha realizado una abertura sobre la duramadre por debajo del seno venoso transversal para exponer el cerebelo y la médula oblongada en la fosa craneal posterior. En el cuello, la duramadre y la aracnoides se han seccionado en la línea media para exponer la médula espinal y las raicillas de los nervios espinales. Obsérvese que los nervios espinales cervicales salen del conducto vertebral rodeados en una vaina meníngea.

Duramadre

La duramadre es la membrana más externa. Es una capa densa, fibrosa y resistente que reviste la médula espinal y la cola de caballo de manera holgada y en forma de cilindro hueco. Superiormente, a través del foramen magno se continúa con la capa meníngea de duramadre que reviste el encéfalo. Inferiormente, finaliza en el filum terminal a nivel de la vértebra S2 (véase [fig. 2-4](#)). Lateralmente, la duramadre se extiende a lo largo de cada raíz nerviosa y continúa con el tejido conjuntivo que reviste los nervios espinales (epineuro) en el foramen intervertebral. La duramadre yace en el conducto vertebral y el canal sacro y está separada de las paredes del conducto vertebral por el espacio epidural. Este espacio contiene tejido conjuntivo laxo, grasa epidural, el plexo venoso vertebral interno y pequeñas arterias, nervios y vasos linfáticos.

Aracnoides

La aracnoides es la membrana intermedia de las meninges. Se trata de una estructura delicada e impermeable que reviste de manera íntima la cara profunda de la duramadre por toda su extensión (véanse figs. 2-17 y 2-18). Superiormente, la aracnoides continúa a través del foramen magno con la aracnoides que reviste el encéfalo. Inferiormente, finaliza en el filum terminal a nivel de la vértebra S2 (véanse figs. 2-4 y 2-22). Lateralmente, la aracnoides continúa a lo largo de las raíces nerviosas espinales y finalmente se fusiona con el perineuro de los nervios espinales en los forámenes intervertebrales.

La duramadre y la aracnoides constituyen una serie de capas celulares continuas que forman una **saco dural** común. La evidencia actual indica que no existe un espacio subdural natural en la unión entre las zonas celulares durales y aracnoideas.

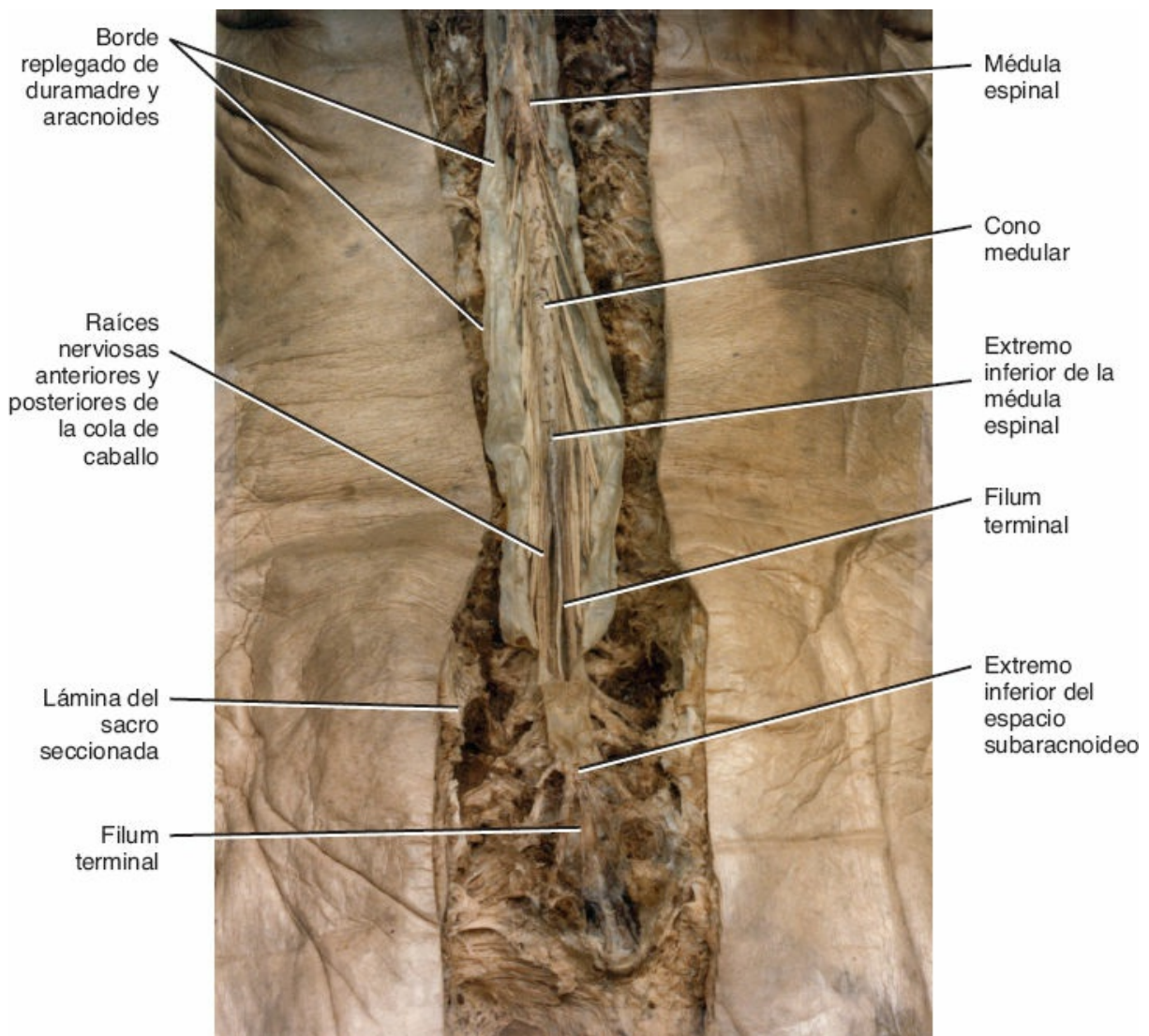


Figura 2-22 Disección de la porción inferior de la espalda que incluye una laminectomía completa de las regiones lumbar y sacra de la columna vertebral. Las meninges han sido disecadas y desplazadas para exponer el espacio subaracnoideo, el extremo inferior de la médula espinal y la cola de caballo. Obsérvese que el filum terminal está rodeado por las raíces nerviosas anterior y posterior de los nervios espinales lumbares y sacros que forman la cola de caballo.

La aracnoides está separada de la piamadre subyacente por un espacio amplio, el **espacio subaracnoideo**, que contiene líquido cefalorraquídeo (LCR) (véanse figs. 2-17 y 2-18). Pequeñas bandas de tejido, las **trabéculas subaracnoideas**, cruzan el espacio subaracnoideo y conectan la aracnoides y la piamadre espinales. Debido a las diferentes longitudes de la médula espinal y el saco dural, el espacio subaracnoideo por debajo del cono medular es considerablemente más amplio, y se denomina **cisterna lumbar**. Por lo tanto, la cola de caballo flota en una gran cantidad de LCR dentro de la cisterna lumbar.

Piamadre

La piamadre es la capa meníngea más interna. Es una membrana vascular que se adhiere firmemente a la superficie externa de la médula espinal y las raíces y raicillas de los nervios espinales. Superiormente, continúa a través del foramen magno con la piamadre que reviste el encéfalo. Inferiormente, se fusiona con el filum terminal. Lateralmente, la piamadre se extiende a lo largo de las raíces nerviosas y finalmente se fusiona con el epineuro de los nervios espinales en los forámenes intervertebrales.

La piamadre tiene dos componentes especializados que sirven como estabilizadores de la médula espinal dentro del conducto vertebral y el espacio subaracnoideo: 1) el ligamento dentado y 2) el filum terminal (véanse figs. 2-17, 2-18 y 2-22). El **ligamento dentado** es una extensión lateral de la piamadre a cada lado de la médula espinal. Sus bordes laterales serrados forman un grupo de ligamentos triangulares que se unen al saco dural. El ligamento dentado se localiza entre hileras de raicillas y raíces, y divide el espacio subaracnoideo en compartimentos anterior y posterior. El **filum terminal** es una hebra larga y delgada de la piamadre que se extiende desde la punta del cono medular hasta el cóccix. Se sitúa en el centro de la cola de caballo. La porción del filum terminal desde el cono medular hasta el extremo del saco dural (en S2) se denomina **filum terminal interno**. La porción desde el saco hasta el cóccix se conoce como **filum terminal externo** (ligamento coccígeo).

Líquido cefalorraquídeo

El líquido cefalorraquídeo es una sustancia transparente e incolora producida principalmente por los plexos coroideos dentro de los ventrículos laterales, tercero y cuarto del encéfalo. El LCR circula a través del sistema ventricular y entra en el espacio subaracnoideo mediante tres forámenes en el techo del cuarto ventrículo. Circula hacia arriba sobre la superficie de los hemisferios cerebrales y hacia abajo alrededor de la médula espinal. La porción espinal del espacio subaracnoideo se extiende inferiormente al nivel de la vértebra S2, donde la aracnoides se fusiona con el filum terminal (véase fig. 2-4).

Además de eliminar productos de desecho asociados con la actividad neuronal, el LCR proporciona un medio líquido que rodea la médula espinal. El líquido, junto con las paredes óseas y ligamentosas del conducto vertebral, protege de manera eficaz la médula espinal de traumatismos.



Notas embriológicas

Desarrollo de la médula espinal y los nervios espinales

Después de la neurulación, la médula espinal discurre a lo largo del tronco. La médula se extiende hasta el cóccix, y todas las raíces nerviosas espinales son cortas y prácticamente horizontales a medida que pasan por sus respectivos FIV, sin que se haya desarrollado la cola de caballo o la gran cisterna lumbar. Con el desarrollo, las diferentes velocidades de crecimiento entre la médula espinal, la columna vertebral y el tronco provoca que la longitud de la médula espinal retroceda, en relación con la de la columna vertebral. Como consecuencia, el cono medular se mueve a una posición vertebral más elevada, y las raíces nerviosas espinales inferiores y el filum terminal se alargan para formar la cola de caballo. En paralelo, se constituye la cisterna lumbar a medida que el saco dural se separa de la piamadre. Al nacer, el cono se encuentra aproximadamente a nivel de la vértebra L3; en adultos, alcanza el nivel de L1. No obstante, la longitud normal de la médula espinal varía de manera significativa. El cono puede extenderse hasta los niveles T12-L3 en condiciones normales. Los cambios relacionados con la edad en la posición del cono y la formación y el crecimiento de la cola de caballo y la cisterna lumbar tienen implicaciones importantes con respecto a procedimientos clínicos, como la punción lumbar y las consecuencias funcionales de las hernias de los discos intervertebrales (véase *Notas clínicas*).

Debido a que en los adultos la médula espinal es más corta que la columna vertebral, los segmentos de la médula espinal no se corresponden numéricamente con las vértebras localizadas en el mismo nivel. La [tabla. 2-7](#) describe cuáles son los segmentos espinales adyacentes a cada uno de los cuerpos vertebrales en el adulto.

Médula espinal anclada

Durante el desarrollo, el filum terminal puede engrosarse o infiltrarse con otro tejido. Este efecto es capaz de provocar tensión o tracción en la porción caudal de la médula espinal, lo que interfiere con el ascenso normal de la médula espinal y provoca que el cono medular quede en un nivel bajo. Esta alteración se conoce como **síndrome de médula anclada (SMA)**. El SMA se asocia con diversas alteraciones que afectan desde la región lumbar hasta la pelvis y los miembros inferiores.

Desarrollo de los músculos de la espalda

Todos los músculos de la espalda (salvo el trapecio) se desarrollan de **miotomas** segmentarios. Cada uno de ellos se separa en dos porciones, el epímero y el hipómero. El **epímero** es más pequeño, se forma por detrás de la columna vertebral en desarrollo (en el dorso del cuerpo) y es inervado por los **ramos posteriores de los nervios espinales** ([fig. 2-23](#)). El **hipómero** es de mayor tamaño, se forma en la parte anterior a la columna vertebral incipiente y es inervado por los ramos anteriores de los **nervios espinales**. Los **arcos branquiales (faringeos)** en la región cefálica también derivan en gran cantidad de músculos, todos inervados por nervios craneales.

El patrón de inervación en el adulto permite identificar cómo se han desarrollado los músculos de la espalda. Todos los músculos de los grupos superficial e intermedio (salvo el trapecio) están inervados por ramos anteriores de los nervios espinales. Todos los músculos del grupo profundo están inervados por los ramos posteriores de los nervios espinales. El trapecio está inervado por el nervio craneal XI (nervio accesorio [espinal]). Por lo tanto, los músculos profundos se originan en los epímeros; los músculos intermedios y profundos derivan de los hipómeros, y el trapecio, de los arcos faríngeos. Los músculos del grupo muscular profundo se conocen como **intrínsecos de la espalda**, pues sus orígenes embrionarios son los epímeros dentro de la espalda. Los grupos musculares superficial e intermedio se denominan **extrínsecos de la espalda**, ya que se originan en los hipómeros y los arcos faríngeos fuera de la espalda. Mientras que los músculos intrínsecos permanecen en su origen, los extrínsecos se dirigen secundariamente hacia la espalda desde otros sitios de origen.

Tabla 2-7 Nivel vertebral en comparación con el nivel segmentario de la médula

NIVEL VERTEBRAL	NIVEL SEGMENTARIO MEDULAR
Cervical	Sumar 1 (p. ej., la vértebra C5 corresponde con el segmento medular C6)
Torácico superior	Sumar 2 (p. ej., la vértebra T3 corresponde con el segmento medular T5)
Torácico inferior (T7-T9)	Sumar 3 (p. ej., la vértebra T8 corresponde con el segmento medular T11)
Décimo torácico	Segmentos medulares L1 y L2
Undécimo torácico	Segmentos medulares L3 y L4
Duodécimo torácico	Segmento medular L5
Primero lumbar	Segmentos medulares sacros y coccígeos

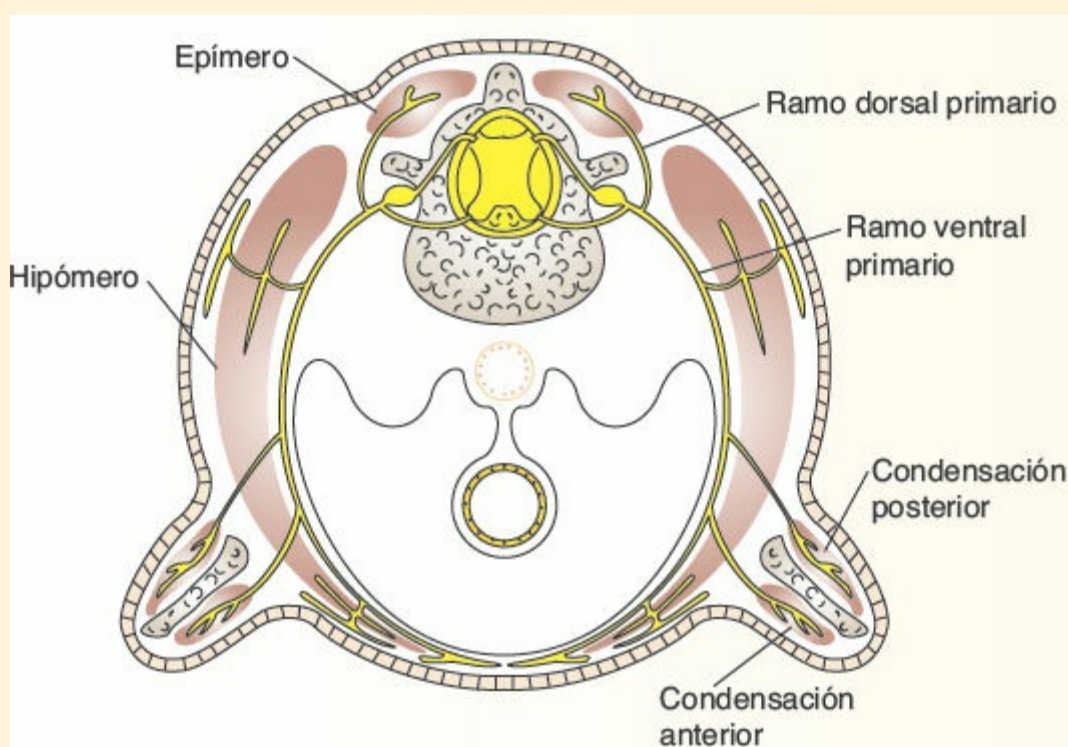


Figura 2-23 Sección esquemática transversal del tórax y esbozo del miembro superior de un embrión que muestra la relación entre los ramos anterior y posterior del nervio espinal con el epímero y el hipómero (tomado de: Dudek, RW. *BRS Embryology*; 6th ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer Health; 2014, con autorización).



Notas clínicas

Dolor nervioso y forámenes intervertebrales

Los forámenes intervertebrales (FIV) transmiten los nervios espinales y las pequeñas arterias y venas segmentarias. Todas estas estructuras se hallan incluidas dentro del tejido areolar (véanse figs. 2-11, 2-13 y 2-17). Cada uno de los FIV se encuentra limitado, superior e inferiormente, por los pedículos de vértebras adyacentes, anteriormente por la porción inferior del cuerpo vertebral y el

disco intervertebral, y posteriormente por los procesos articulares y la articulación cigapofisaria entre estas. En este punto, el nervio espinal es susceptible de compresión, estiramiento o fuerzas causadas por la presencia de edemas atribuibles a anomalías de las estructuras circundantes. Estos factores pueden originar dolor en un dermatoma, debilidad muscular y disminución o ausencia de reflejos.

Una complicación de la artrosis de la columna vertebral es el crecimiento de **osteofitos** (protuberancias óseas) que suelen invadir los forámenes intervertebrales (FIV), pinzar los nervios espinales y provocar dolor a lo largo de su distribución. En la región lumbar, el FIV de mayor tamaño se localiza entre las vértebras L1 y L2; el más pequeño se localiza entre las vértebras L5 y S1. El nervio espinal L5 es el más grande, y discurre por el FIV de menor tamaño. Por ello, este nervio es muy vulnerable en el FIV.

Con base en las relaciones numéricas de los nervios espinales con las vértebras (véase la descripción anterior sobre los nervios espinales), la estenosis de un FIV cervical afecta el nervio espinal con un número mayor que el del FIV. En cambio, el estrechamiento de un FIV afecta el nervio espinal del mismo número (p. ej., la estenosis del FIV C6 [vértebras C6 y C7] afecta el nervio C7, mientras que el estrechamiento del FIV L4 [vértebras L4 y L5] afecta el nervio L4).

La artrosis como causa de dorsalgia suele sospecharse con base en la edad del paciente, el inicio gradual y los antecedentes de dorsalgia crónica. El prolapso de un disco vertebral se presenta en personas jóvenes y suele ser de inicio agudo.

Hernia de disco intervertebral

La estructura y la función de los discos intervertebrales se ha presentado antes en este capítulo. Los discos son altamente eficaces para resistir las fuerzas de compresión, como puede observarse en acróbatas de circo que a menudo tienen que mantener sobre sus hombros a cuatro o más compañeros. No obstante, los discos son vulnerables a impactos súbitos, en especial si la columna vertebral se encuentra flexionada y el disco está sometido a cambios degenerativos que favorecen la hernia del núcleo pulposo.

Los discos más propensos a desarrollar una hernia son aquellos localizados en áreas donde una parte móvil de la columna se une a una parte relativamente inmóvil (p. ej., uniones cervicotorácica y lumbosacra). En estas áreas, la parte posterior del anillo fibroso se rompe, y el núcleo pulposo es forzado posteriormente, como ocurre con un tubo de pasta dentrífica. En estas hernias, el núcleo protruye posteriormente sobre la línea media por debajo del ligamento longitudinal posterior o posterolateralmente en el borde del ligamento longitudinal posterior, cerca del foramen intervertebral (fig. 2-24). La salida del núcleo pulposo produce un estrechamiento del espacio entre los cuerpos vertebrales, lo cual es visible en las radiografías. El acortamiento de los ligamentos longitudinales anterior o posterior provoca anomalías en el movimiento de los cuerpos vertebrales, lo que produce dolor y posible desarrollo de artrosis.

Las hernias discales cervicales (véase fig. 2-37) son menos frecuentes que las hernias de la región lumbar. Los discos más susceptibles son los localizados entre las vértebras C5 y C6 o C6 y C7. La protrusión posterolateral puede provocar presión sobre el nervio espinal o sus raíces. De nuevo, deben recordarse las relaciones numéricas entre los nervios cervicales y las vértebras. Debido a que cada nervio espinal cervical emerge sobre la vértebra correspondiente, la protrusión posterolateral del disco afecta el nervio espinal con un número mayor (véase fig. 2-24). Por lo tanto, la protrusión del disco C5 (entre las vértebras C5 y C6) puede comprimir el nervio espinal C6 o sus raíces. Se siente dolor en la parte baja del cuello y el hombro y a lo largo de la distribución del nervio espinal implicado. Las protrusiones posteriores pueden comprimir la médula espinal y la arteria espinal anterior, y afectar los diversos tractos nerviosos de la médula espinal.

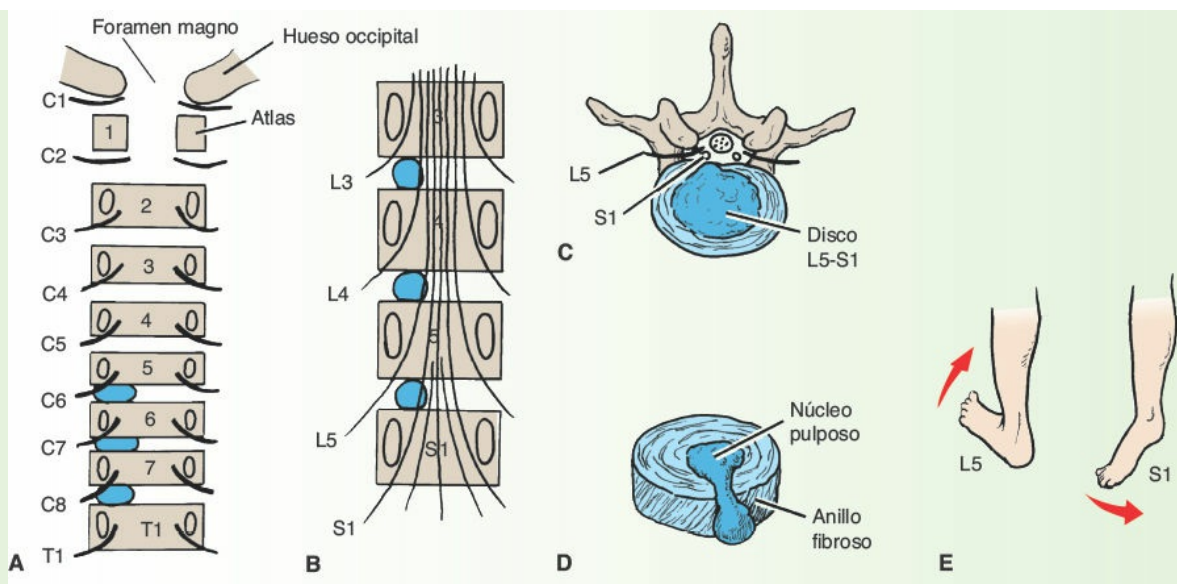


Figura 2-24 A,B. Vistas posteriores de los cuerpos vertebrales en las regiones cervical y lumbar que muestran la relación que puede existir entre la hernia del núcleo pulposo y las raíces nerviosas espinales. Obsérvese que existen ocho nervios espinales cervicales, pero solo siete vértebras cervicales. En la región lumbar, por ejemplo, las raíces nerviosas de L4 pasan lateralmente cercanas al al pedículo de la cuarta vértebra lumbar y no se relacionan con el disco intervertebral entre las vértebras L4 y L5. C. Hernia posterolateral del núcleo pulposo en el disco intervertebral entre L5 y S1 que muestra presión sobre la raíz nerviosa S1. D. Hernia posterior del núcleo pulposo de un disco intervertebral. E. La presión en la raíz nerviosa motora de L5 produce debilidad en la dorsiflexión del tobillo; la presión en la raíz nerviosa motora de S1 causa debilidad para la flexión plantar de la articulación del tobillo.

Las hernias de discos lumbares son más frecuentes que las de discos cervicales. Los discos más susceptibles a esta afectación son los localizados entre las vértebras L4 y L5 o entre la vértebra L5 y el sacro. Deben recordarse las relaciones numéricas de los nervios espinales con las vértebras. Todos los nervios espinales lumbares emergen a través del FIV del mismo número (p. ej., las raíces nerviosas espinales L4 emergen a través del FIV L4, entre las vértebras L4 y L5, y forman el nervio espinal L4). En la región lumbar, las raíces de la cola de caballo descienden verticalmente sobre la cara posterior de los discos intervertebrales (véase fig. 2-24B). Las raíces nerviosas deben realizar un giro de 45° por debajo del pedículo del FIV superior para entrar en el FIV adecuado. Este giro agudo sitúa a las raíces nerviosas y el nervio espinal sobre el disco correspondiente. Por lo tanto, una hernia posterolateral típica suele respetar las raíces nerviosas espinales correspondientes y, en cambio, afectar las raíces nerviosas que se dirigen al FIV inmediatamente inferior (p. ej., la hernia posterolateral del disco L4, entre las vértebras L4 y L5, suele pinzar las raíces nerviosas de L5, en lugar de las de L4). Como consecuencia, los síntomas se corresponden con las raíces nerviosas L5, aunque el nervio L5 emerge a través del FIV L5. En ocasiones, el núcleo pulposo se hernia posteriormente y puede desplazar o afectar el ligamento longitudinal posterior. Si la hernia es de gran tamaño, puede haber compresión de la totalidad de la cola de caballo, lo que ocasiona paraplejia.

A la hora de lidiar con las hernias posterolaterales típicas en las regiones cervical y lumbar, es útil recordar la fórmula N+1, donde N es el número del disco intervertebral afectado y +1 es el número de las raíces nerviosas espinales afectadas por la hernia (p. ej., una hernia del disco C5 afecta las raíces nerviosas de C6, mientras que la protrusión del disco intervertebral L4 afecta las raíces nerviosas espinales de L5). En la región cervical, esta fórmula funciona porque cada nervio espinal numerado cruza el FIV por encima de la vértebra del mismo número. La fórmula también funciona en la región lumbar inferior porque las raíces nerviosas realizan un giro en ángulo agudo para entrar en el FIV.

La lesión del disco suele desencadenar un período de dolor dorsal inicial que se irradia hacia la pierna y el pie a lo largo de la distribución del nervio afectado. Debido a que las raíces posteriores (sensitivas) de L5 y S1 suelen ser las que se comprimen con mayor frecuencia, el dolor habitualmente se percibe en las caras lateral y posterior de la pierna, y se irradia a la planta del pie.

Esta alteración se conoce como **ciática**. En casos graves, pueden presentarse parestesias o pérdida sensorial real.

La presión sobre las raíces anteriores (motoras) provoca espasmos o debilidad, especialmente en el lado de la hernia. Como consecuencia, la columna vertebral muestra escoliosis, con la concavidad en el lado de la lesión.

La afectación de la raíz motora L5 produce debilidad en la dorsiflexión del tobillo, mientras que la presión en la raíz motora S1 produce debilidad en la flexión plantar. Asimismo, el reflejo del tendón de Aquiles puede debilitarse o estar ausente (véase [fig. 2-24E](#)).

Una protrusión central de gran tamaño da lugar a dolor bilateral y debilidad muscular en ambas piernas. Puede producirse retención aguda de orina.

La [tabla. 2-8](#) muestra las relaciones entre lesiones de disco, raíces nerviosas afectadas, dermatomas dolorosos, debilidad muscular y los reflejos afectados o ausentes.

Estenosis del conducto vertebral

A partir de los 40 años, se produce un estrechamiento relacionado con la edad del conducto vertebral. Los cambios artrósicos de las articulaciones cigapofisiarias con la formación de osteofitos, junto con los cambios degenerativos de los discos intervertebrales y la formación de osteofitos entre los cuerpos vertebrales, pueden contribuir al desarrollo de la estenosis. En personas que ya tenían un conducto vertebral estrecho, una estenosis significativa en el área de la cola de caballo puede provocar compresión neurológica. Los síntomas pueden ir desde molestias leves en la zona lumbar hasta dolor grave que se irradia a lo largo de la pierna y afecta la marcha.

Enfermedad articular sacroilíaca

La articulación sacroilíaca se describe en el capítulo 8. Las características clínicas de esta articulación se comentan en este capítulo debido a que la patología de la articulación puede provocar dolor lumbar y confundirse con patologías de las articulaciones lumbosacras. En resumen, la articulación sacroilíaca es una articulación sinovial con elevaciones irregulares en una superficie articular que encaja perfectamente con depresiones correspondientes en la superficie articular opuesta. Es una articulación resistente, responsable de transferir el peso de la columna vertebral hacia los huesos de la cadera. Los nervios lumbares inferiores y sacros inervan la articulación, lo cual explica el dolor lumbar y la ciática habitualmente presentes en las anomalías sacroilíacas.

La articulación sacroilíaca es inaccesible durante la exploración clínica. No obstante, la porción más superficial es una pequeña área localizada medialmente y por debajo de la cresta ilíaca posterosuperior. En las patologías de la región lumbosacra, los movimientos de la columna vertebral en cualquier dirección pueden provocar dolor en la porción lumbosacra de la columna vertebral. En la enfermedad sacroilíaca, el dolor es muy intenso durante la rotación de la columna vertebral, y es aún peor al final de la flexión. Este último movimiento provoca dolor porque, a medida que la columna vertebral se flexiona, los músculos isquiotibiales mantienen fijados los huesos de la cadera mientras que, en cambio, el sacro rota hacia adelante.

Tabla 2-8 Síndrome de la raíz lumbosacra y de la raíz cervical. Resumen de características importantes

LESIÓN DE RAÍZ	DERMATOMA DOLOROSO	MÚSCULO INERVADO	MOVIMIENTOS DÉBILES	REFLEJO AFECTADO
C5	Cara inferolateral de la porción superior del brazo	Deltoides y bíceps	Abducción del hombro, flexión del codo	Bicipital
C6	Cara lateral del antebrazo	Extensores radiales del carpo largo y corto	Extensores de la muñeca	Braquiorradial
C7	Dedo medio	Tríceps y flexor radial del carpo	Extensión del codo y flexión de la muñeca	Tricipital
C8	Cara medial del antebrazo	Flexores superficial y profundo de los dedos	Flexión digital	Ninguno
L1	Ingle	Iliopsoas	Flexión de la cadera	Cremastérico
L2	Cara anterior del muslo	Iliopsoas, sartorio, aductores de la cadera	Flexión de la cadera, aducción de la cadera	Cremastérico
L3	Cara medial de la rodilla	Iliopsoas, sartorio, cuádriceps, aductores de la cadera	Flexión de la cadera, extensión de la rodilla, aducción de la cadera	Rotuliano
L4	Cara medial de la pantorrilla	Tibial anterior, cuádriceps	Inversión del pie, extensión de la rodilla	Rotuliano
L5	Cara lateral de la porción inferior de la pierna y dorso del pie	Extensor largo del pulgar (<i>pollicis longus</i>), extensor largo de los dedos	Extensión de los dedos, dorsiflexión	Ninguno
S1	Borde lateral del pie	Gastrocnemio, sóleo	Flexión plantar	Reflejo aquileo
S2	Cara posterior del muslo	Flexor largo de los dedos, flexor largo del primer dedo del pie	Flexión plantar, flexión de los dedos	Ninguno



Notas clínicas

Lesiones de la médula espinal

El grado de lesión de la médula espinal en diferentes niveles vertebrales está mediado en gran parte por factores anatómicos regionales. En la región cervical, son frecuentes las luxaciones o fracturas con luxación de las vértebras, pero el gran tamaño del conducto vertebral suele evitar daños graves en la médula espinal. No obstante, cuando hay un desplazamiento considerable, la médula es seccionada y se produce una muerte inmediata. Asimismo, se produce cese de la respiración si la lesión ocurre por encima del origen segmentario de los nervios frénicos (C3-C5).

En las fracturas con luxación de la región torácica, el desplazamiento vertebral suele ser considerable, y el tamaño pequeño del conducto vertebral provoca la lesión grave de la médula espinal.

En las fracturas con luxación de la región lumbar, dos características anatómicas favorecen al paciente. En primer lugar, la médula espinal del adulto se extiende solo hasta el nivel de la vértebra L1. En segundo lugar, el tamaño del conducto vertebral y la cisterna lumbar proporciona un espacio considerable a las raíces de la cola de caballo. La lesión nerviosa, por lo tanto, puede ser escasa en esta región.

La lesión de la médula espinal puede producir pérdida de la función parcial o completa en el nivel de la lesión, así como afectar los tractos nerviosos por debajo de este nivel. Los signos y síntomas del shock medular y la paraplejía van más allá del alcance de esta publicación. Consulte un libro de texto sobre neurología para conocer más detalles.



Notas clínicas

Punción lumbar

La punción lumbar es un procedimiento clínico diseñado para introducir una aguja en el espacio subaracnoideo en la región lumbar baja. El propósito es extraer una muestra de líquido cefalorraquídeo, administrar anestesia o inyectar un medio de contraste. Los espacios interlaminares de gran tamaño entre las vértebras lumbares permiten un acceso relativamente libre al conducto vertebral. En los adultos, la médula espinal finaliza inferiormente a nivel de la vértebra T12 a L3. En los lactantes, la médula finaliza cerca de la vértebra L3. Por lo tanto, la punción por debajo de L3 disminuye la posibilidad de incidir sobre la médula espinal. La porción lumbar baja del conducto vertebral (debajo de L3) contiene la cola de caballo, que flota por dentro del espacio subaracnoideo (cisterna lumbar). Como consecuencia, hay mucha disponibilidad de líquido cefalorraquídeo en esta región. Además, la aguja introducida en la cisterna lumbar suele empujar las raíces nerviosas lateralmente sin provocar daño.

Con el paciente en decúbito lateral y con la columna vertebral flexionada, los espacios interlaminares se abren al máximo (fig. 2-25). Se traza una línea imaginaria sobre la cuarta vértebra lumbar, que une los puntos más superiores de las crestas ilíacas. Mediante una técnica aséptica cuidadosa y anestesia local, se introducen la aguja/trócar de punción lumbar en el conducto vertebral inmediatamente por arriba o debajo de la cuarta vértebra lumbar (véase fig. 2-25). La aguja pasa a través de las siguientes estructuras anatómicas antes de entrar en el espacio subaracnoideo: piel, fascia superficial, ligamento supraespinoso, ligamento interespinoso, ligamento amarillo, tejido areolar (que contiene el plexo venoso vertebral interno en el espacio epidural), duramadre y aracnoides. La profundidad a la que la aguja debe introducirse varía desde 2,5 cm o menos en un niño hasta 10 cm en adultos con obesidad.

A medida que el trocar se extrae, suelen salir algunas gotas de sangre. Ello a menudo indica que la punta de la aguja se encuentra en una de las venas del plexo venoso interno y que esta no ha llegado al espacio subaracnoideo. Si la aguja estimula alguna de las raíces de la cola de caballo, el paciente siente molestia temporal en alguno de los dermatomas o una contracción muscular, según si la aguja ha penetrado una raíz motora o sensitiva. Si la aguja se introduce excesivamente, puede alcanzar el cuerpo de la tercera o la cuarta vértebra lumbar.

Es posible medir la presión del líquido cefalorraquídeo si se adjunta un manómetro a la aguja. En el decúbito supino, la presión normal es de entre 60 y 150 mm H₂O. Obsérvese que la presión del LCR suele variar ligeramente con el latido cardíaco y las fases de la respiración.

Anatomía del fallo en la punción lumbar

Si la aguja espinal se encuentra con el hueso, debe extraerse hasta el tejido subcutáneo y cambiar el ángulo de inserción. El hueso más frecuentemente encontrado es el proceso espinoso de la vértebra, por encima o debajo de la vía de inserción. Si la aguja se dirige lateralmente en lugar de sobre la línea media, puede encontrarse con la lámina o un proceso articular.

Anatomía de las complicaciones

- **Cefalea por punción lumbar.** La cefalea suele iniciar después del procedimiento y durar de 24 h a 48 h. La causa es la filtración de LCR a través de la punción dural, especialmente después de emplear una aguja de gran calibre. La filtración disminuye el volumen de LCR, lo que provoca desplazamiento inferior del cerebro y estira las meninges, que poseen nervios sensitivos. Colocarse en decúbito supino alivia la cefalea. Emplear agujas de bajo calibre y evitar varias punciones disminuye la incidencia de cefaleas.
- **Hernia encefálica.** La punción lumbar está contraindicada en aquellos casos en los que el paciente presente presión intracraneal significativamente elevada (p. ej., un tumor sobre la tienda del cerebelo con aumento de la presión intracraneal puede conducir al desplazamiento del uncus a través de

la escotadura del tentorio o un desplazamiento peligroso de la médula a través del foramen magno en el momento en el que disminuye la presión).

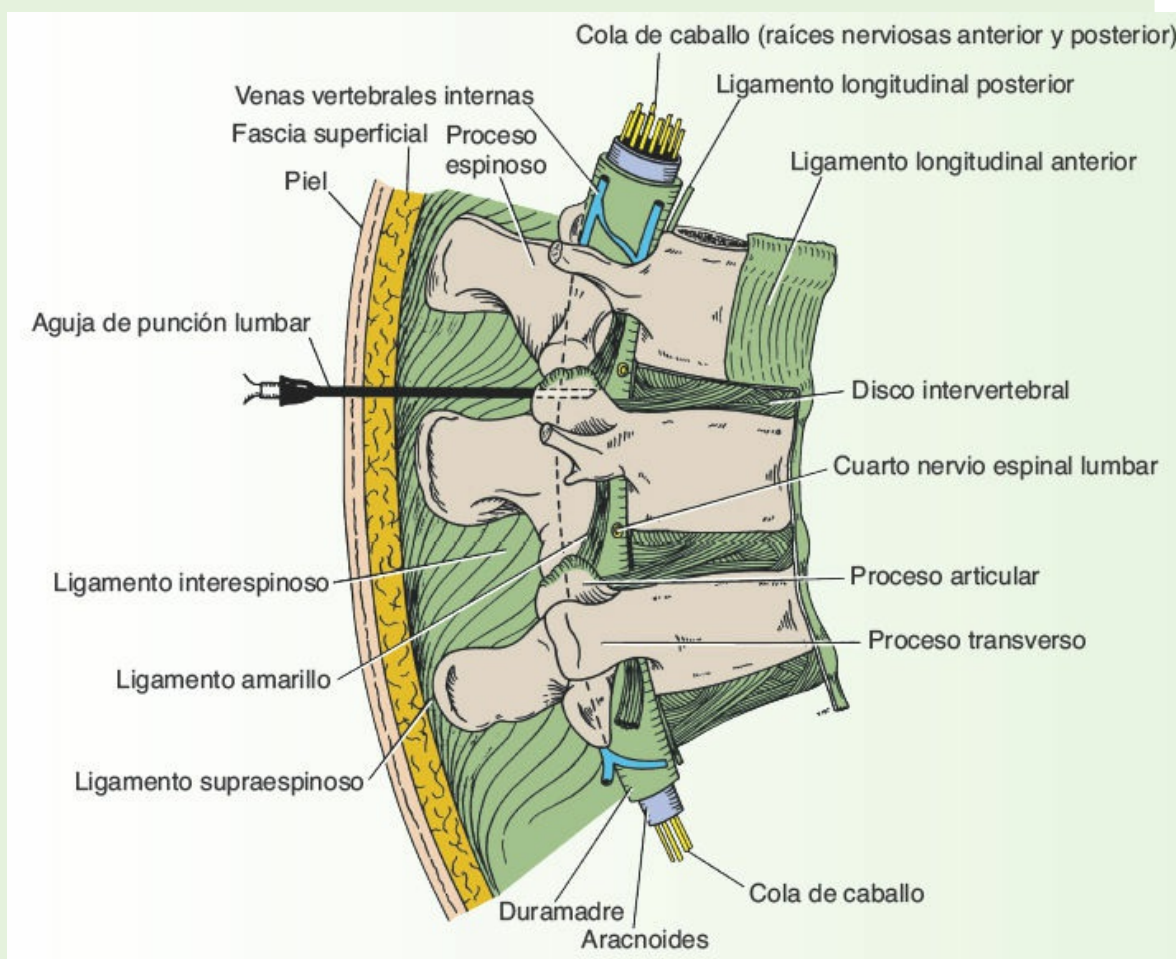


Figura 2-25 Sección sagital a través de la porción lumbar de la columna vertebral. Obsérvese que los procesos espinosos y las láminas se separan ampliamente en esta posición, lo que permite que se introduzca la aguja para la punción lumbar en el espacio subaracnoideo.

Obstrucción del espacio subaracnoideo

Al comprimir las venas yugulares internas en el cuello, es posible detectar una obstrucción del espacio subaracnoideo en el conducto vertebral, que puede ser consecuencia de un tumor de la médula espinal o de las meninges. Esta maniobra aumenta la presión venosa cerebral e inhibe la absorción de LCR en las granulaciones aracnoideas, por lo que también aumenta la lectura de la presión del LCR en el manómetro. Si no se produce este aumento, el espacio subaracnoideo está bloqueado y entonces se dice que el paciente presenta el **signo de Queckenstedt positivo**.

Anestesia caudal

Las soluciones anestésicas pueden inyectarse en el canal sacro a través del **hiato del sacro** (fig. 2-26). Estas ascienden por el tejido conjuntivo laxo y bañan los nervios espinales a medida que emergen de la vaina dural. La anestesia caudal se usa en las cirugías de la región sacra, incluyendo la cirugía anorrectal y la culdoscopia. Los obstetras emplean este método de bloqueo nervioso para aliviar el dolor durante las dos primeras etapas del trabajo de parto. La ventaja es que, al administrarse por esta técnica, el anestésico no produce efectos negativos en el lactante.

El hiato del sacro se palpa como una depresión distintiva en la línea media, en torno a 4 cm por encima de la punta del cóccix, en la porción superior del surco interglúteo. El hiato es triangular o con forma de “U”; está limitado lateralmente por los **cuernos del sacro**.

El tamaño y la forma del hiato dependen del número de láminas que no se fusionan en la línea

media posterior. Normalmente, el hiato se forma por la ausencia de fusión de la quinta, o en ocasiones la cuarta, vértebra sacra.

Con una técnica aséptica cuidadosa y bajo anestesia local, la aguja/trócar se introduce en el conducto vertebral (sacro) a través del hiato del sacro. La aguja penetra la piel y la fascia y la **membrana sacrococcígea** que llena el hiato del sacro. La membrana está formada por un tejido fibroso denso y representa la fusión de los ligamentos interespinoso y supraespinoso, así como el ligamento amarillo. Se percibe una sensación característica cuando se vence la resistencia y se penetra el ligamento.

Obsérvese que el canal sacro es curvo y sigue la curvatura del sacro. La pared anterior se forma por la fusión de los cuerpos de las vértebras sacras, y es áspera y rugosa. La pared posterior, formada por la fusión de las láminas, es lisa. La distancia media entre el hiato del sacro y el extremo inferior del espacio subaracnoideo en la vértebra S2 es aproximadamente de 5 cm en los adultos.

Obsérvese también que el canal sacro contiene el saco dural (y la cola de caballo), que se une al cóccix mediante el filum terminal. Su vaina dural rodea el sacro y los nervios coccígeos a medida que emergen del saco dural. Además, venas con paredes delgadas del plexo venoso vertebral interno se localizan en el canal sacro.

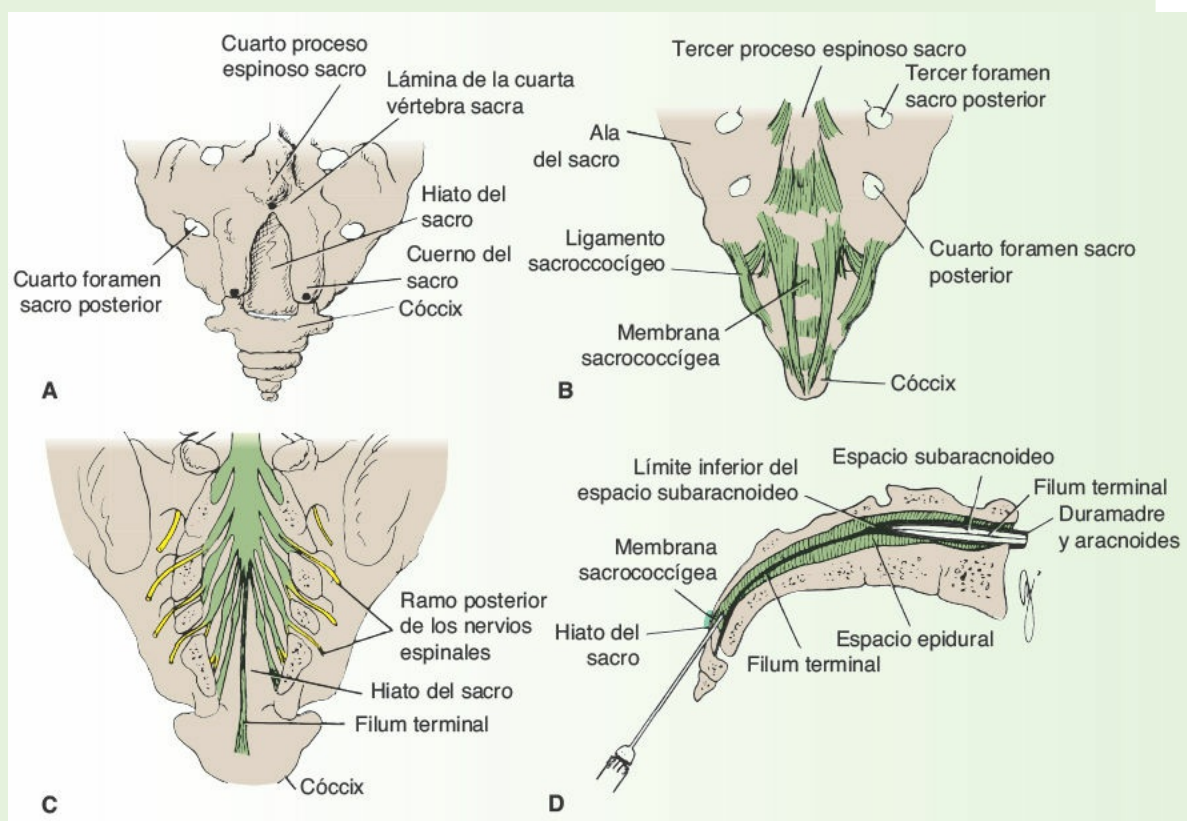


Figura 2-26 A. Hiato del sacro. Los *puntos negros* indican la posición de los puntos de referencia óseos. B. Superficie posterior del extremo inferior del sacro y el cóccix que muestra la membrana sacrococcígea que reviste el hiato del sacro. C. Vaina dural (saco tecal) alrededor del extremo inferior de la médula espinal y los nervios espinales en el canal sacro; las láminas se han retirado. D. Sección longitudinal a lo largo del sacro que muestra la anatomía de la anestesia caudal.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

Las vistas habitualmente utilizadas son la anteroposterior (AP) y la lateral.

Columna vertebral

Se muestran ejemplos de radiografías laterales y AP en las figuras 2-27 a 2-32.

Espacio subaracnoideo espinal

El espacio subaracnoideo puede estudiarse radiográficamente mediante la inyección de contraste en dicho espacio por medio de una punción lumbar. Se ha empleado con éxito el aceite yodado. Esta técnica se conoce como *mielografía* (fig. 2-33).

Si el paciente se sienta en posición erguida, el aceite desciende al límite inferior del espacio subaracnoideo, a nivel de la vértebra S2. Con el paciente en una mesa basculante, puede hacerse que el aceite ascienda paulatinamente a niveles superiores de la columna vertebral.

Una mielografía normal muestra proyecciones laterales con extremos en forma de pico a intervalos regulares en los espacios intervertebrales. Esto porque el medio opaco rellena las extensiones laterales del espacio subaracnoideo alrededor de cada nervio espinal. La presencia de un tumor o el prolapso de un disco intervertebral puede obstruir el movimiento del aceite de una región a otra cuando el paciente se inclina.

Tomografía computarizada y resonancia magnética

La tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) también se emplean para detectar lesiones de la columna vertebral, especialmente en las lesiones que afectan los tejidos blandos. Las TC pueden enfocarse en los discos intervertebrales y mostrar el disco intervertebral en secciones transversales (figs. 2-34 y 2-35). El disco tiene una mayor densidad que el líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo y la grasa circundante. Pueden identificarse los fragmentos de una hernia de disco más allá de los límites del anillo fibroso.

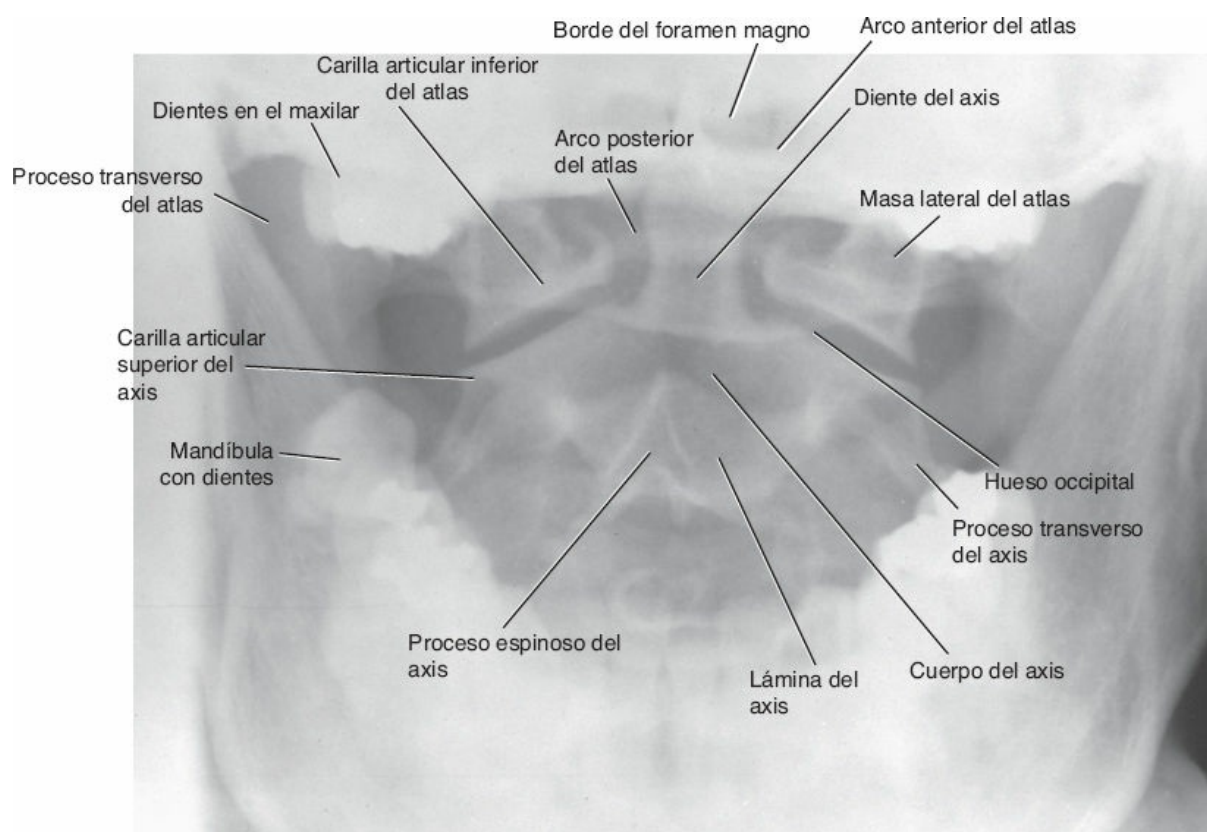


Figura 2-27 Radiografía anteroposterior de la región cervical superior de la columna vertebral con la boca del paciente abierta para mostrar el diente del axis.

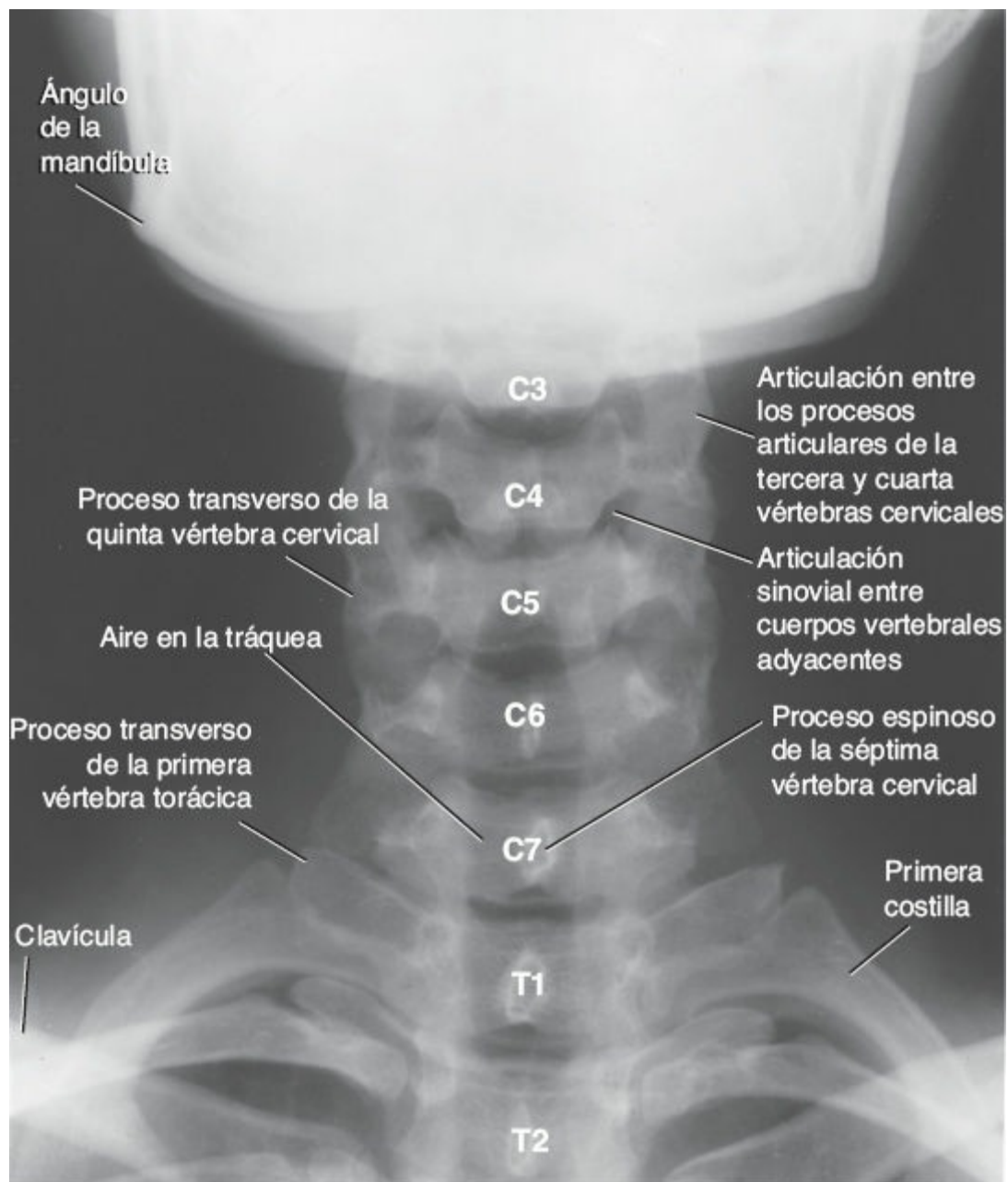


Figura 2-28 Radiografía anteroposterior de la región cervical de la columna vertebral.

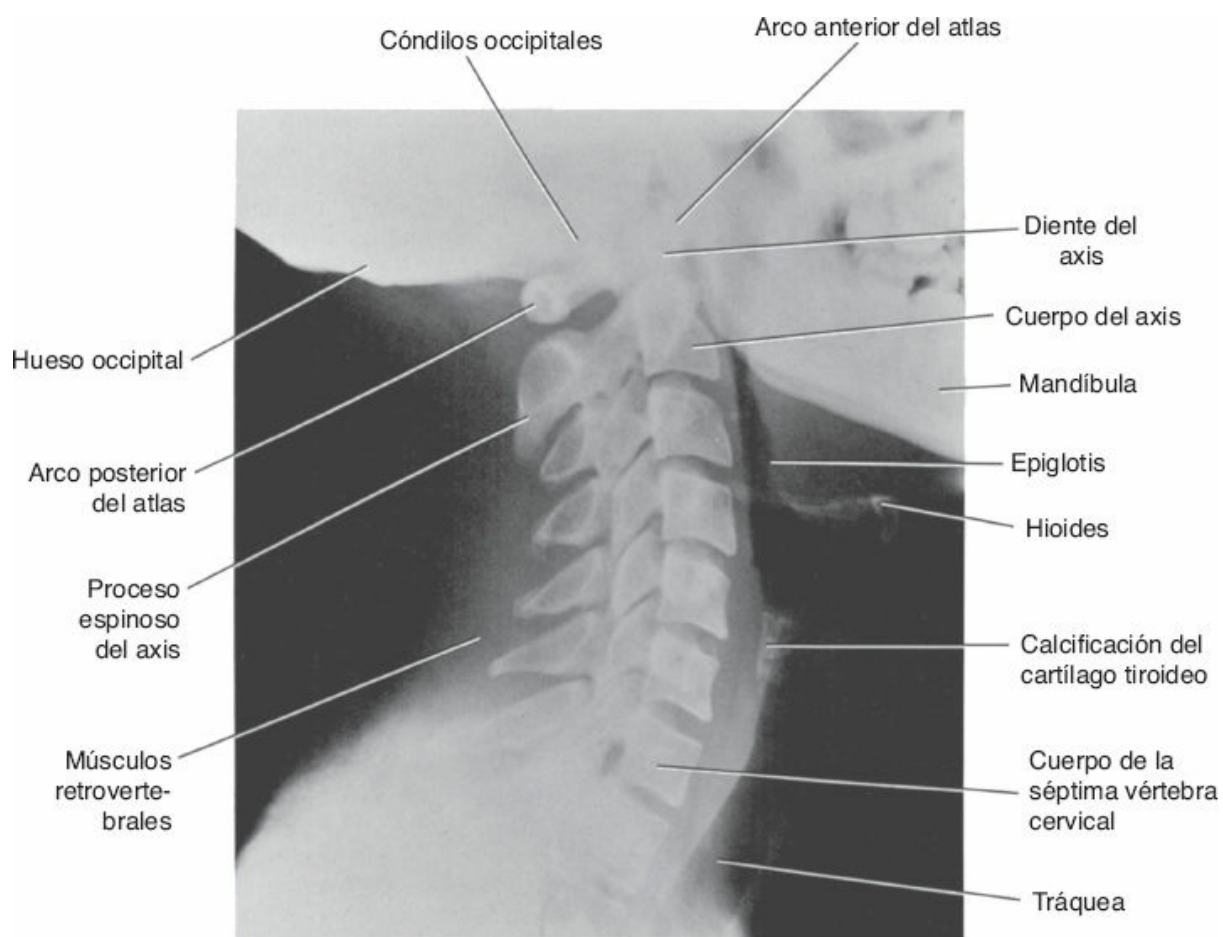


Figura 2-29 Radiografía lateral de la región cervical de la columna vertebral.



Figura 2-30 Radiografía anteroposterior de la región torácica de la columna vertebral.

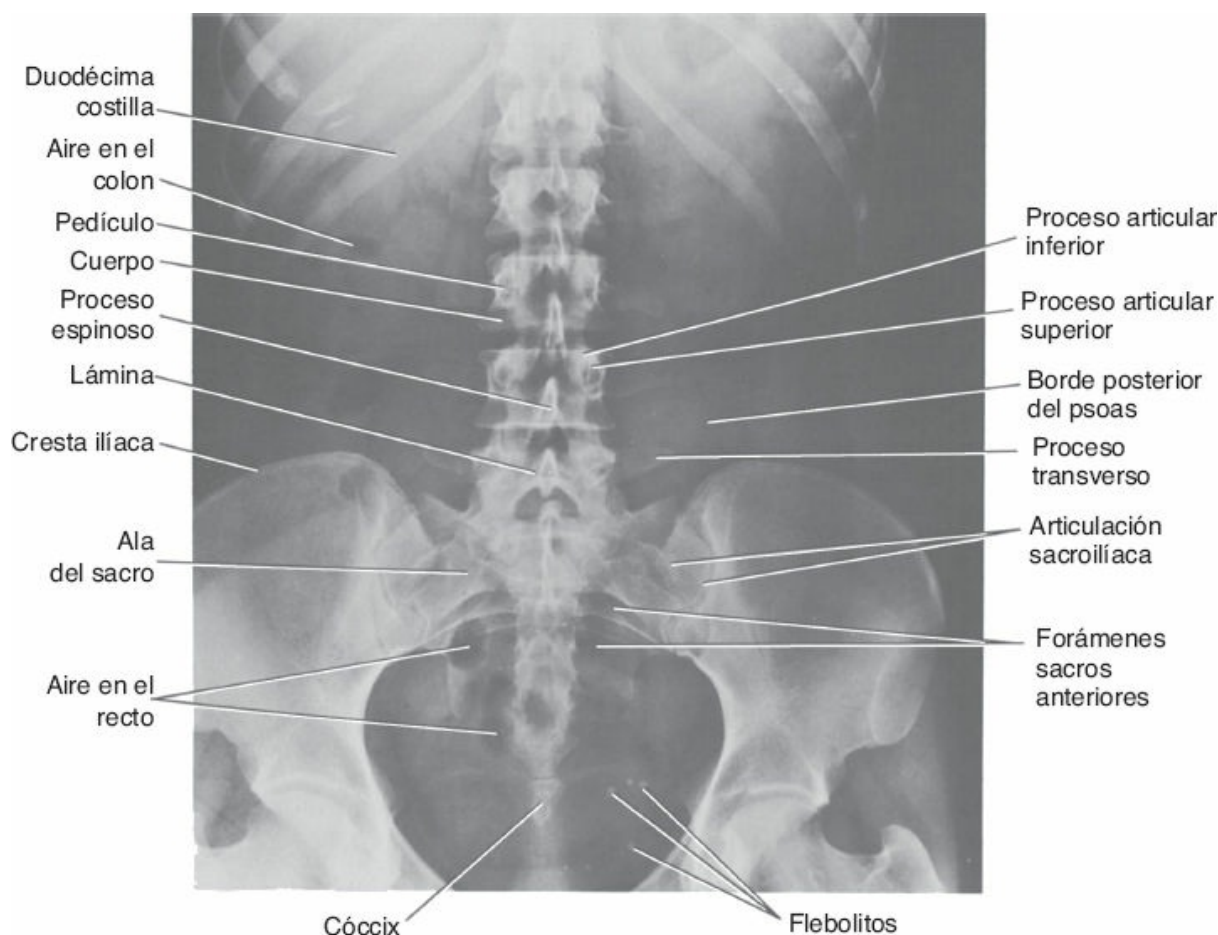


Figura 2-31 Radiografía anteroposterior de las regiones torácica inferior, lumbar y sacra de la columna vertebral.

La RM define fácilmente los discos intervertebrales en las secciones sagitales y muestra sus relaciones con el cuerpo vertebral y el ligamento longitudinal posterior (fig. 2-36). En esta imagen, puede identificarse una hernia discal invadiendo el conducto vertebral. Es posible identificar con facilidad el núcleo pulposo y su relación con el saco dural. La RM ya ha reemplazado a la mielografía y la TC para la obtención de imágenes de los discos intervertebrales.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Explore toda el área de la espalda y las piernas con el paciente descalzo y sus brazos colgando a los lados. La asimetría en la longitud de las piernas o las patologías de las articulaciones de la cadera pueden crear curvaturas anómalas de la columna vertebral. Para valorar el movimiento oscilante de la pelvis, debe solicitarse al paciente que haga un trayecto de ida y vuelta por la sala de exploración. Cuando un lado de la pelvis se eleva, se crea una convexidad lumbar en el lado opuesto, con una convexidad torácica compensatoria ipsilateral. Cuando una persona se sienta, la curvatura lumbar normal se aplanar, con un incremento del espacio entre los procesos espinosos lumbares.

Evalúe la amplitud de movimiento en las diversas partes de la columna vertebral. En la región cervical, es posible realizar flexión, extensión, rotación

lateral y abducción (flexión lateral). Recuerde que cerca de la mitad del movimiento de flexión corresponde a las articulaciones atlantooccipitales. En la flexión, el paciente debe ser capaz de tocar su tórax con el mentón, mientras que, en la extensión, el individuo debe lograr mirar directamente hacia arriba. En la rotación lateral, deberá lograrse colocar el mentón cerca de la línea media del hombro. La mitad del trabajo de rotación lateral ocurre entre el atlas y el axis. En la abducción (flexión lateral), la cabeza puede inclinarse 45° hacia cada hombro. Es importante que el paciente no eleve los hombros durante la exploración física.

En la región torácica, los movimientos están limitados por la presencia de costillas y el esternón. En la valoración de la rotación, asegúrese de que el paciente no rote la pelvis.

En la región lumbar, es posible realizar flexión, extensión y abducción (flexión lateral). La flexión y la extensión son relativamente libres. Para valorar la abducción en las regiones lumbar y torácica, debe solicitarse al paciente que deslice las palmas de las manos sobre las caras laterales de los muslos.

Estructuras de la línea media

En la línea media pueden palpase las siguientes estructuras, desde arriba hacia abajo.

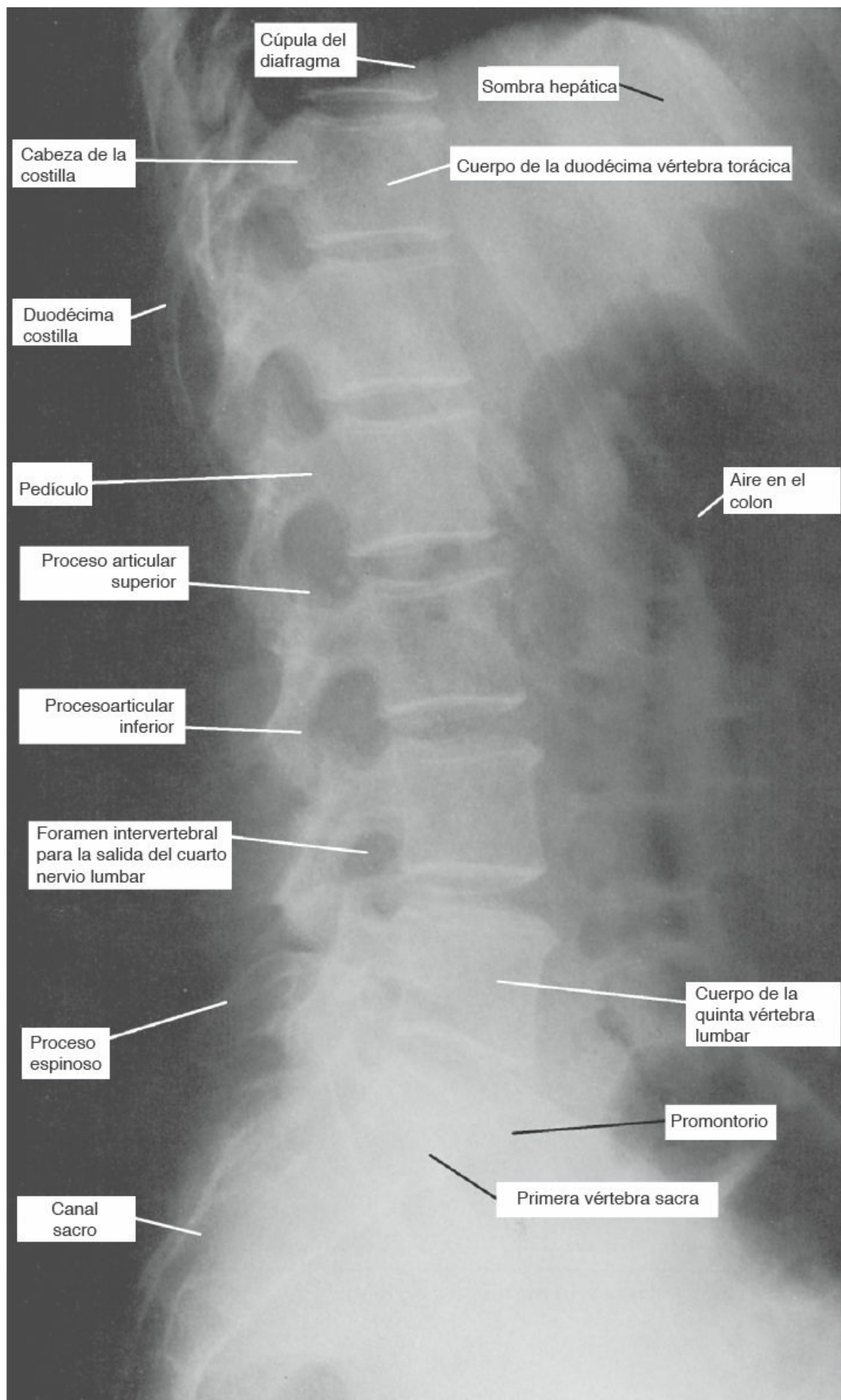


Figura 2-32 Radiografía lateral de las regiones torácica inferior, lumbar y sacra de la columna vertebral.

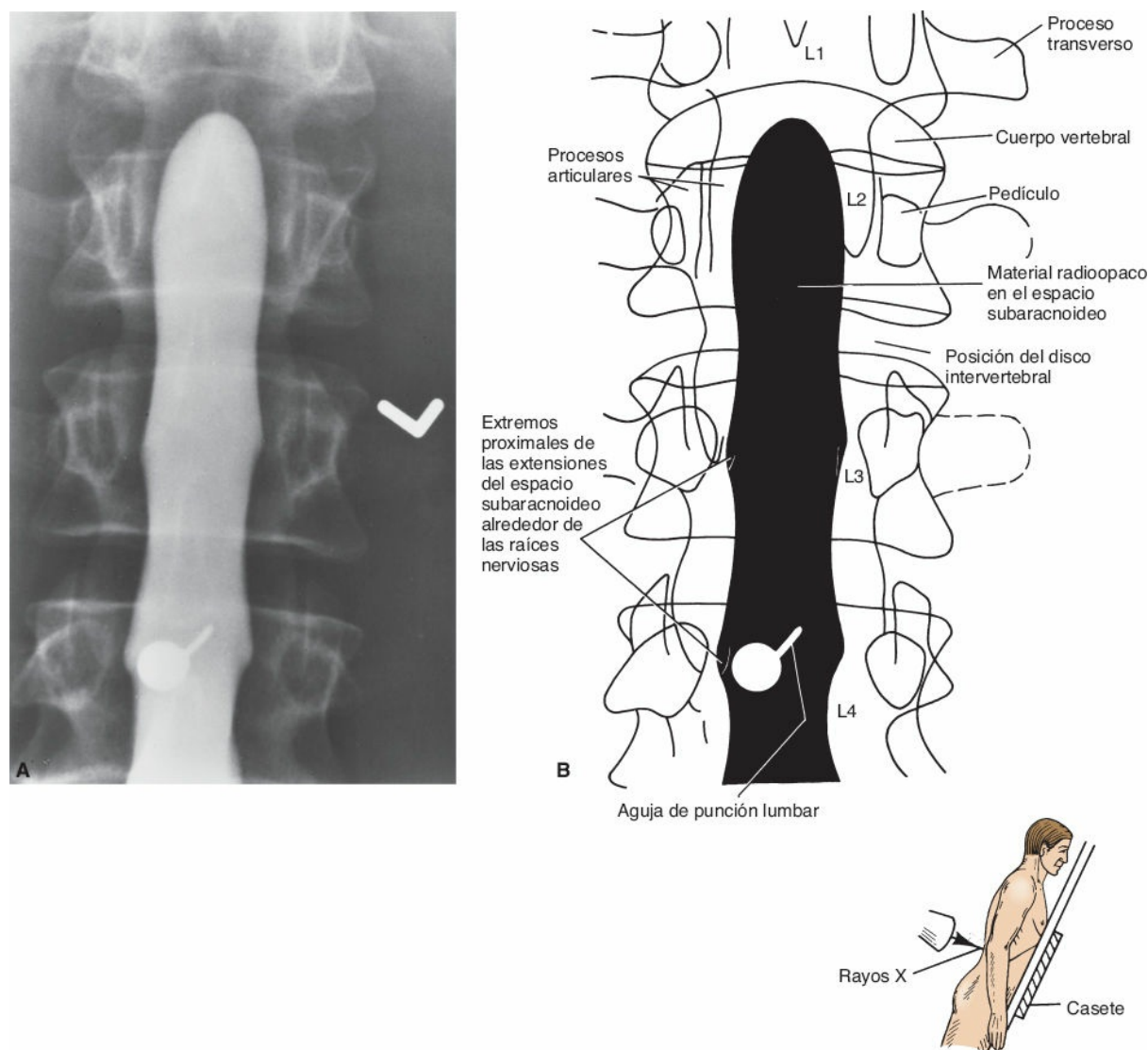


Figura 2-33 A. Mielograma posteroanterior de la región lumbar. B. Estructuras de relevancia que pueden observarse en el mielograma en A.

Protuberancia occipital externa

La protuberancia occipital externa se encuentra en la unión de la cabeza y el cuello (véase fig. 2-1). Es posible descender el dedo índice sobre la piel de la línea desde la protuberancia hasta el surco nual.

Vértebra cervical

El proceso espinoso de la vértebra C7 (vértebra prominente) es el proceso espinoso más evidente, y puede palparse en el cuello (fig. 2-37). Los procesos espinosos primero a sexto están cubiertos por el ligamento nual, y no es sencillo percibirlos al tacto.

Si bien los procesos transversos son de tamaño reducido, pueden palparse con

facilidad a los lados de un cuello delgado. Por otro lado, el tubérculo anterior del sexto proceso transversal puede palparse medialmente al músculo esternocleidomastoideo, y la arteria carótida puede presionarse contra este.

Vértebras lumbares y torácicas

El surco nual continúa inferiormente con una hendidura que discurre sobre la línea media de la espalda sobre las puntas de los procesos espinosos de todas las vértebras torácicas y las primeras cuatro lumbares. El proceso transversal más prominente es el de la vértebra T1; el resto puede identificarse cuando se flexiona el tronco.

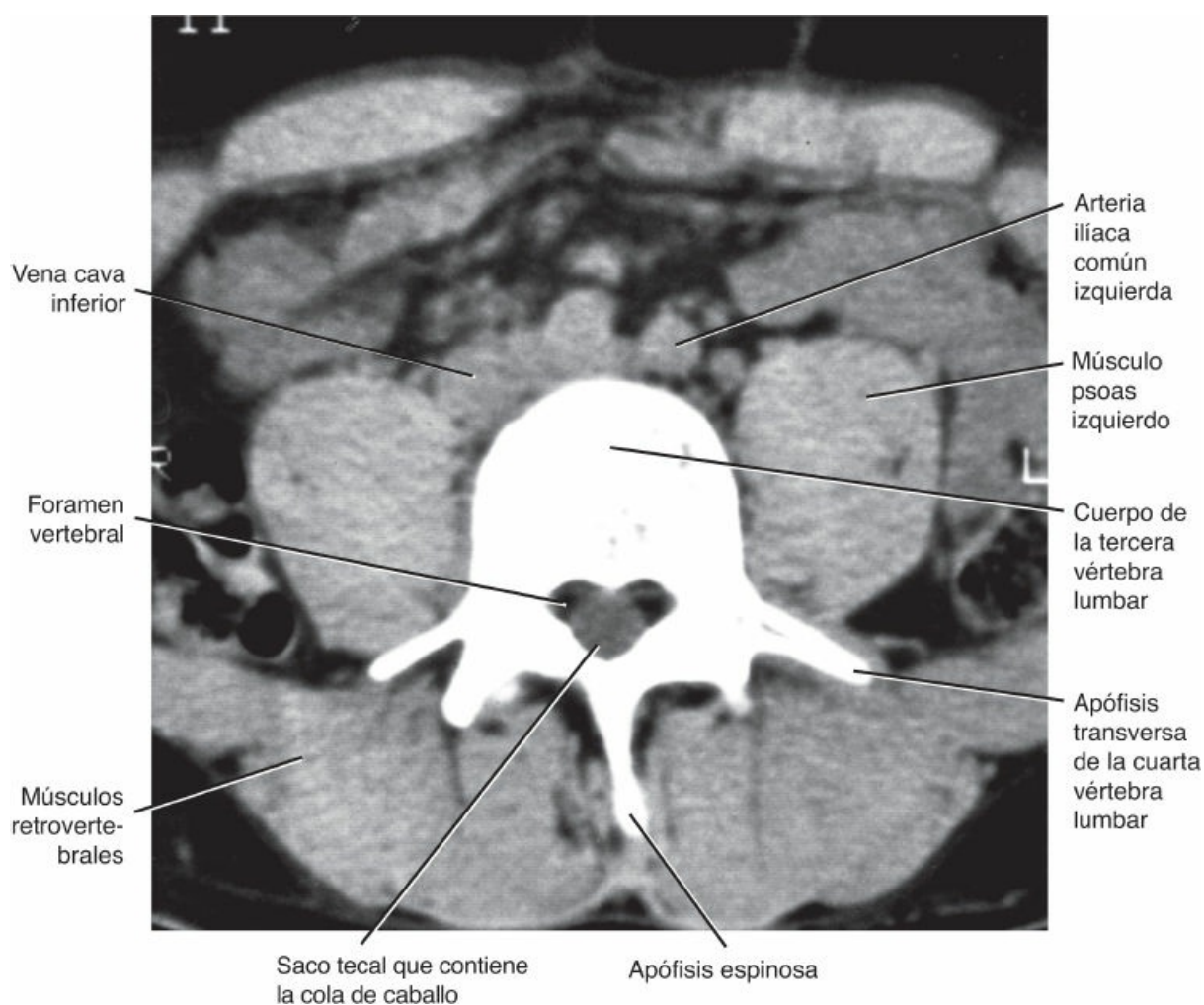


Figura 2-34 TC de la cuarta vértebra lumbar.

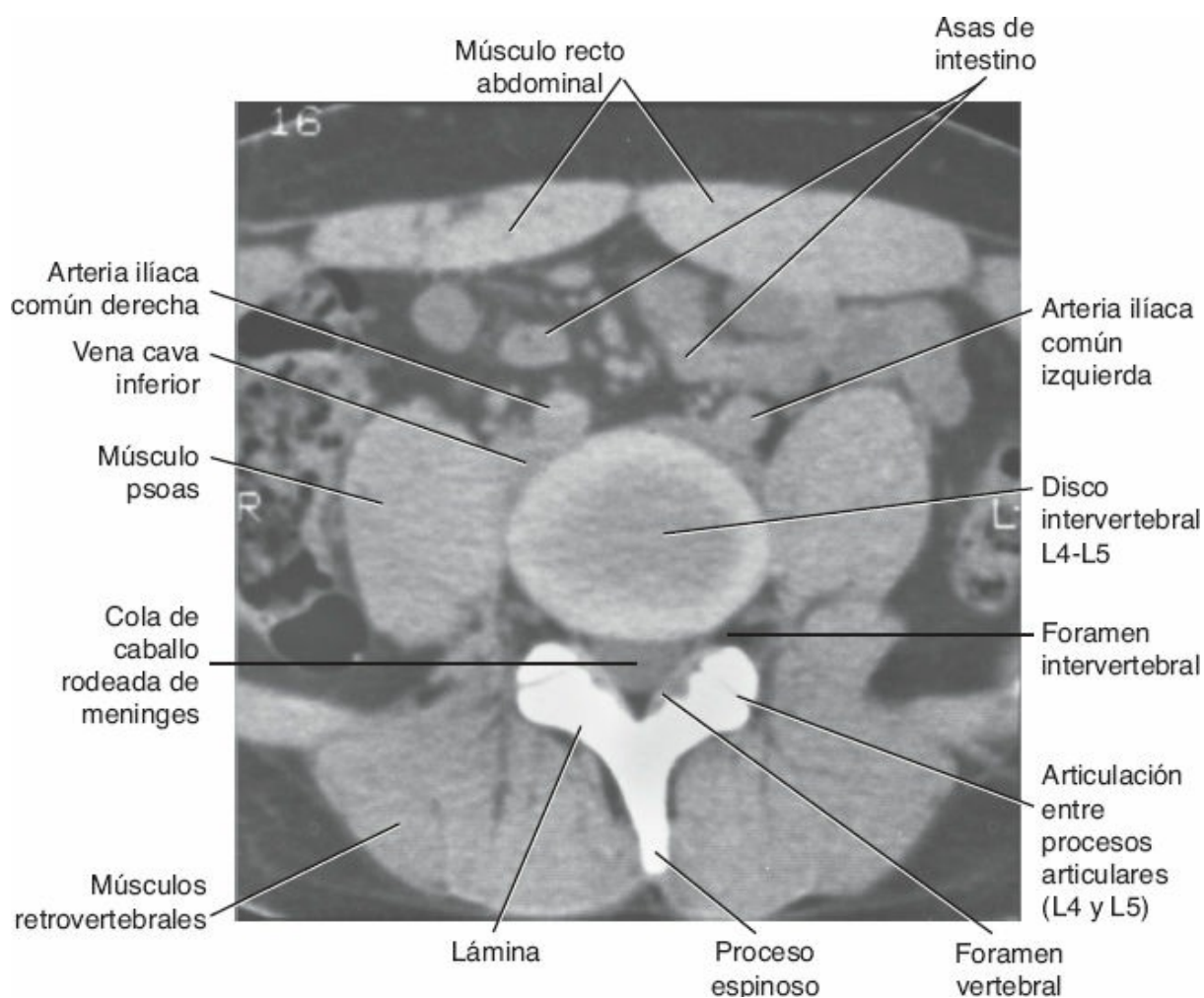


Figura 2-35 TC de columna vertebral en el nivel del disco intervertebral entre la cuarta y la quinta vértebras lumbares. Es posible identificar el proceso espinoso de L4 y el foramen intervertebral de cada lado. Obsérvense las articulaciones entre los procesos articulares.

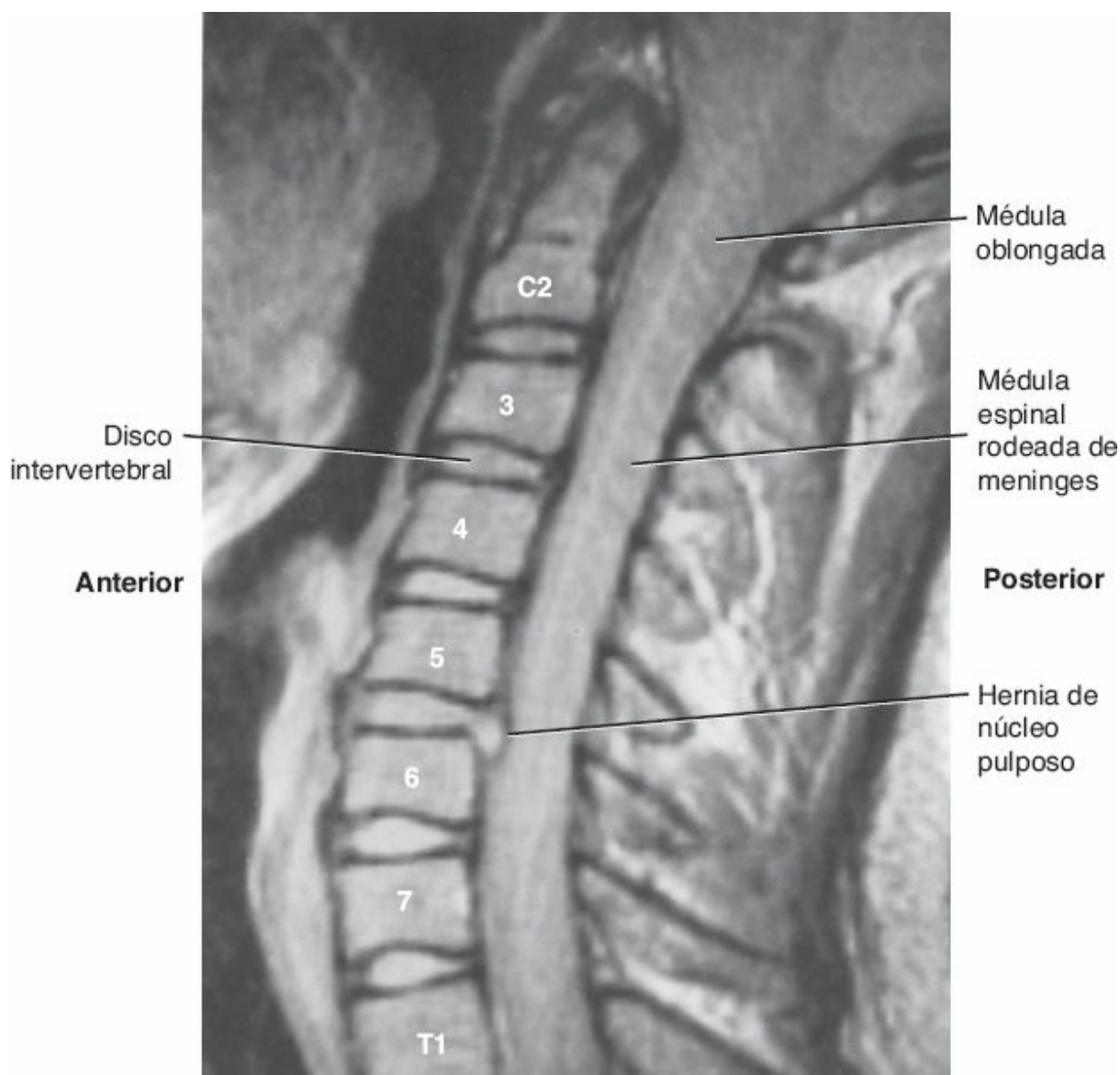


Figura 2-36 RM sagital de la región cervical de la columna vertebral. Una hernia de disco entre la quinta y la sexta vértebras. Obsérvese la posición de la médula espinal y sus revestimientos meníngeos en relación con la hernia de disco (cortesía de: Pait).

Sacro

Los procesos espinosos del sacro se fusionan unos con otros en la línea media para formar la cresta sacra media, que puede palparse debajo de la piel en la porción superior del surco interglúteo.

El hiato del sacro (véase [fig. 2-26](#)) se localiza en la cara posterior del borde inferior del sacro. El espacio epidural finaliza en este punto. El hiato se encuentra aproximadamente 5 cm por encima de la punta del cóccix y por debajo de la piel del surco interglúteo.

Cóccix

El surco inferior y la punta del cóccix pueden palparse en el surco interglúteo cerca de 2,5 cm detrás del ano (véase [fig. 2-1](#)). La superficie anterior del cóccix

puede palparse con el dedo enguantado dentro del canal anal.

Parte superolateral del tórax

La escápula y sus músculos relacionados cubren la parte lateral del tórax. La escápula se encuentra detrás de las primeras siete costillas (véanse figs. 2-1 y 2-37).

Escápula

El borde medial de la escápula crea una prominencia, que se extiende debajo del ángulo superior y por debajo del ángulo inferior (véanse figs. 2-1 y 2-37).

El ángulo superior puede palparse junto al primer proceso espinoso torácico, mientras que el ángulo inferior puede percibirse junto al séptimo proceso espinoso torácico.

La cresta de la espina de la escápula puede palparse y seguirse en dirección medial hasta el borde interno de la escápula, al cual se une a nivel del tercer proceso espinoso torácico.

El acromion de la escápula forma el brazo lateral de la espina de la escápula. Es subcutáneo y se palpa con facilidad.

Parte inferolateral de la espalda

La cara posterior de la parte superior de la pelvis ósea (falsa) y los músculos glúteos relacionados forman la porción inferolateral de la espalda.

Cresta ilíaca

Las crestas ilíacas son fácilmente palpables en toda su longitud (véase fig. 2-1). Se localizan a nivel del cuarto proceso espinoso lumbar y se utilizan como puntos de referencia para realizar una punción lumbar. Las crestas finalizan, por delante, en la espina ilíaca anterosuperior y, por detrás, en la espina ilíaca posterosuperior, la cual crea una depresión cutánea a nivel de la vértebra S2 y el medio de la articulación sacroilíaca. El tubérculo ilíaco es una prominencia que se palpa en la superficie externa, 5 cm por detrás de la espina ilíaca anterosuperior. El tubérculo ilíaco se localiza a nivel de la quinta vértebra lumbar.

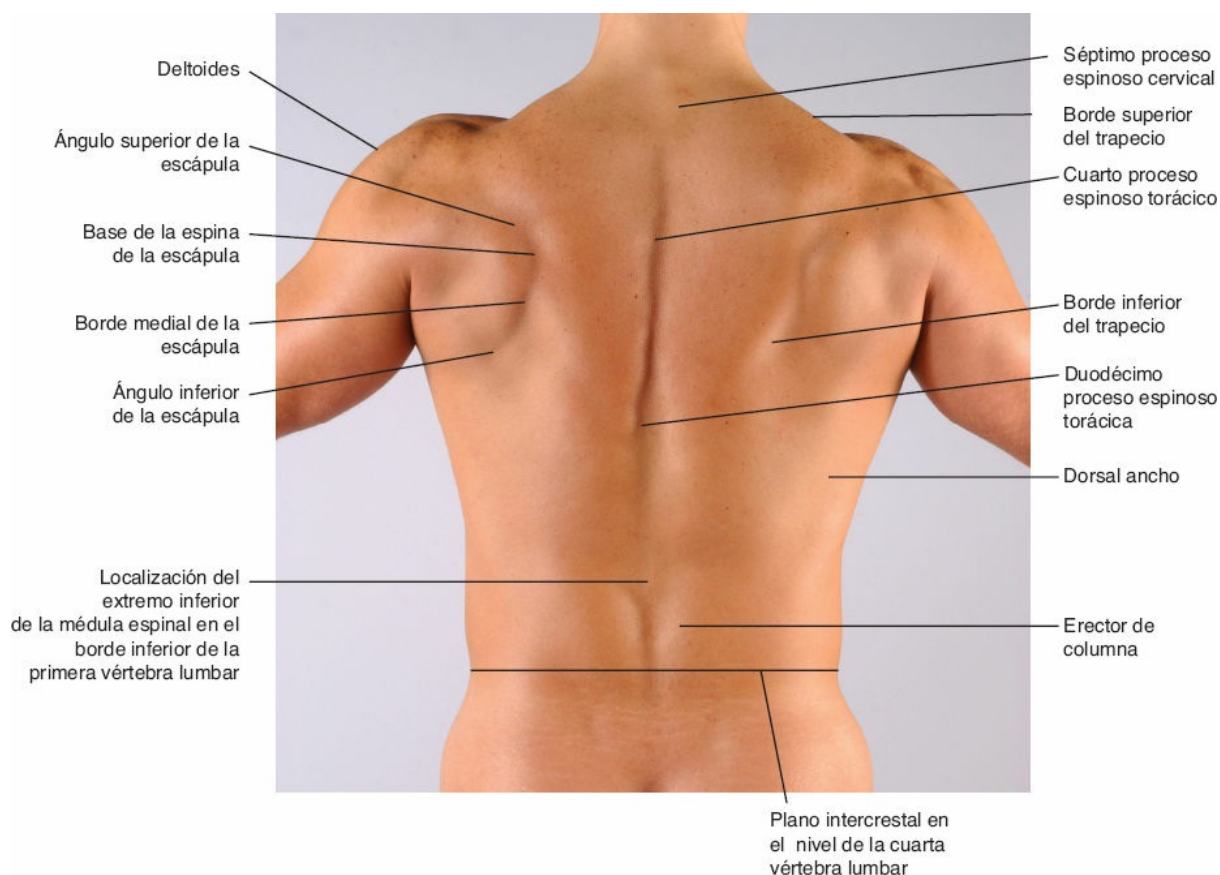


Figura 2-37 Anatomía de superficie de la espalda.

Médula espinal y espacio subaracnoideo

La médula espinal del adulto se extiende inferiormente hasta cerca del nivel de la vértebra L1 (véase [fig. 2-4](#)). En los niños jóvenes, puede extenderse hasta la tercera vértebra lumbar.

El espacio subaracnoideo se extiende inferiormente hasta la vértebra S2, que se localiza en el nivel de la espina ilíaca posterosuperior.

Simetría de la espalda

Observe la espalda como unidad y compare ambos lados con una línea imaginaria que discurre inferiormente desde la protuberancia occipital externa hasta el surco interglúteo.

Es posible palpar la musculatura vertebral posterior, que controla principalmente los movimientos de la columna vertebral y mantiene las curvaturas. Los músculos son grandes y se encuentran a cada uno de los lados de los procesos espinosos de las vértebras (véanse [figs. 2-1](#), [2-15](#) y [2-37](#)). Deben ser explorados con la palma de la mano. Si cuentan con un tono normal, son firmes al tacto. Los músculos espásticos se perciben más firmes de lo normal; también pueden ser más cortos, lo cual produce concavidad de la columna vertebral ipsilateral a la contracción.

Es posible explorar las curvaturas de la columna vertebral mediante el

examen del contorno de la espalda. Habitualmente, la superficie posterior es cóncava en la región cervical, convexa en la región torácica y cóncava en la región lumbar (véase [fig. 2-2](#)). La cara posterior del sacro y el cóccix, en su conjunto, tiene una superficie convexa. La región lumbar se une con el sacro en un ángulo agudo, conocido como ángulo lumbosacro.

El examen de la superficie posterior de la espalda, con especial atención a la alineación vertical de los procesos espinosos de las vértebras, revela una leve curvatura lateral en la mayoría de los individuos sanos. Las personas diestras, en especial aquellas cuyos trabajos implican esfuerzo muscular extremo y prolongado, suelen tener una curvatura torácica hacia la derecha; por otro lado, las personas zurdas suelen mostrarla hacia la izquierda.

Conceptos clave

Columna vertebral

- La columna vertebral se compone de 31 vértebras organizadas en cinco regiones: cervical, torácica, lumbar, sacra y cóccigea.
- Todas las vértebras comparten características generales, y todas las vértebras de una región determinada comparten características regionales.
- La columna vertebral del adulto tiene cuatro curvaturas naturales: dos curvaturas primarias (torácica y sacrococcígea) y dos curvaturas secundarias (cervical y lumbar).
- Las curvaturas anómalas de la columna vertebral incluyen cifosis (curvatura torácica exagerada), lordosis (curvatura cervical o lumbar exagerada) y escoliosis (desviación lateral y rotación).
- Todas las vértebras se han desarrollado a partir de un cuerpo, un arco vertebral y un par de procesos costales. Los déficits del desarrollo de estos elementos pueden provocar costillas accesorias (desde los procesos costales) o espina bífida (por el fallo en la fusión del arco vertebral).
- Las vértebras desde C2 hasta L5 se articulan entre sí mediante articulaciones cartilaginosas entre los cuerpos (discos intervertebrales) y articulaciones sinoviales entre procesos articulares (articulaciones cigapofisiarias).
- Los discos intervertebrales tienen dos componentes: el núcleo pulposo central y el anillo fibroso periférico. El desplazamiento anómalo del núcleo conduce a la hernia de disco.

Músculos de la espalda

- Los músculos de la espalda se organizan en tres grupos.

- El grupo superficial se compone de los músculos del miembro superior (trapecio, dorsal ancho, romboides y elevador de la escápula).
- El grupo intermedio consta de dos músculos pequeños de la pared torácica (serrato posterior superior y posterior inferior).
- El grupo profundo se compone de varios músculos de gran y pequeño tamaño que movilizan la columna vertebral, las costillas y el cráneo.

Médula espinal

- La médula espinal es la parte elongada y cilíndrica del sistema nervioso central por debajo de la cabeza.
- Los nervios espinales (31 pares) se ramifican a los lados de la médula espinal. Están formados por la fusión sucesiva de raicillas y raíces anteriores y posteriores. Todos los nervios espinales pasan a través de un foramen intervertebral y se dividen en los ramos anterior y posterior.
- Las raicillas y raíces de los nervios espinales solo transportan elementos motores (anteriores) o sensoriales (posteriores) a los procesos neuronales. Los nervios espinales y los ramos primarios transmiten elementos mixtos de fibras motoras y sensitivas.
- El extremo terminal de la médula espinal (cono medular) alcanza aproximadamente el nivel de L1 en el adulto.
- La cola de caballo es un haz largo de raíces nerviosas espinales que se extiende por debajo del cono medular.
- Tres membranas (meninges) rodean la médula espinal y el encéfalo. La duramadre es la membrana más externa; la aracnoides es la intermedia; la piamadre es la capa más interna.
- El líquido cefalorraquídeo llena el espacio subaracnoideo entre la aracnoides y la piamadre. La punción lumbar es un procedimiento en el que se introduce una aguja en el espacio subaracnoideo en la región lumbar inferior.

Técnicas por imagen

- Una gran cantidad de características de la espalda son visibles y palpables en las técnicas de imagen estándar y en la exploración superficial.



3

Miembro superior

Una mujer de 64 años cae por las escaleras y es admitida en el servicio de urgencias con dolor intenso en el hombro izquierdo. Sentada, deja su brazo izquierdo pegado al costado y mantiene el codo izquierdo flexionado y apoyado en su mano derecha. La exploración del hombro izquierdo muestra una pérdida de la curvatura redondeada normal y una ligera hinchazón por debajo de la clavícula izquierda. El médico realiza una valoración sistemática de la sensibilidad cutánea del miembro superior izquierdo, en la cual halla graves déficits sensoriales que afectan la piel de la porción posterior del brazo hasta el codo, la cara lateral inferior del brazo hasta el codo, la mitad del brazo, la cara posterior del antebrazo hasta la muñeca, la mitad lateral de la cara dorsal de la mano y la cara dorsal de los tres dedos y medio laterales proximales a los lechos ungueales.

Se le diagnostica luxación subcoracoidea del hombro izquierdo, complicada por daño de los nervios axilar y radial. El traumatismo inicial provocó un desplazamiento en dirección inferior de la cabeza del húmero hasta por debajo del proceso coracoides de la escápula. Este desplazamiento fue aún mayor debido a la tracción de los músculos (subescapular, pectoral mayor). La pérdida de la curvatura del hombro se produjo por el desplazamiento del húmero (tubérculo mayor) en dirección medial, de modo que ya no empujaba el músculo suprayacente (deltoides) en dirección lateral. La pérdida extensa de la sensibilidad de la piel del miembro superior izquierdo se produjo como consecuencia del daño a los nervios axilares y radiales.

Para que un médico pueda hacer un diagnóstico en este caso e interpretar los hallazgos clínicos, debe tener un conocimiento considerable de la anatomía del hombro. Además, debe conocer la relación de los nervios axilar y radial con la articulación, así como la distribución de estos nervios hacia las regiones del miembro superior.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Osteología

Clavícula

Escápula

Húmero

Radio

Ulna

Huesos del carpo

Huesos metacarpianos

Falanges

Regiones del miembro superior

Región pectoral

Región escapular

Axila

Brazo

Codo y fosa cubital

Antebrazo

Muñeca

Mano

Músculos

Región pectoral

Espalda y región subescapular

Brazo

Antebrazo

Mano

Nervios

Nervio accesorio espinal (NC XI)

Plexo braquial

Piel

Ramos de las raíces del plexo braquial

Ramos de troncos y divisiones del plexo braquial

Ramos del cordón lateral del plexo braquial

Ramos del cordón medial del plexo braquial

Ramos del cordón posterior del plexo braquial

Nervio musculocutáneo

Nervio mediano

Nervio ulnar

Nervio axilar

Nervio radial

Vascularización

Arterias

Venas

Linfáticos

Nódulos axilares

Vasos linfáticos superficiales y profundos

Articulaciones

Articulación esternoclavicular

Articulación acromioclavicular

Articulación glenohumeral (del hombro)

Articulación del codo

Articulación radioulnar proximal

Membrana interósea

Articulación radioulnar distal

Articulación de la muñeca (articulación radiocarpiana)

Articulaciones de la mano y los dedos

La mano como unidad funcional

Anatomía radiológica

Anatomía de superficie

Cara anterior del tórax

Cara posterior del hombro

Mamas

Región del codo

Muñeca y mano

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es revisar la anatomía básica del miembro superior, incluida la mama, para comprender las relaciones funcionales normales y la base de las lesiones más frecuentes de los miembros, el dolor, los déficits motores, los

defectos congénitos, las imágenes médicas y la exploración superficial general.

1. Identificar los huesos del miembro superior y sus características principales. Describir los aspectos funcionales de estas estructuras. Identificar estas estructuras en las técnicas de imagen médica estándares.
2. Identificar las regiones anatómicas específicas del miembro superior.
3. Describir la estructura general de la mama femenina y su relación con la pared torácica. Describir el drenaje linfático de la mama y las bases anatómicas para las distintas mastectomías.
4. Definir los límites de la axila e identificar su contenido.
5. Definir los límites de la fosa cubital e identificar su contenido.
6. Describir los pasos principales en el desarrollo del miembro superior.
7. Definir los componentes del complejo del hombro. Identificar los músculos del hombro, indicando las inserciones, la inervación y las acciones principales.
8. Identificar los músculos que componen el manguito de los rotadores. Describir la relevancia funcional de este grupo muscular.
9. Identificar los espacios cuadrangular y triangular del hombro. Describir la relevancia funcional de cada uno.
10. Definir los compartimentos osteofasciales del miembro superior. Identificar los músculos contenidos en cada compartimento. Describir las inserciones, la inervación y las principales acciones de cada músculo. Describir la inervación de cada compartimento como un todo y las principales acciones controladas por esta inervación. Predecir las consecuencias funcionales de la pérdida de la función de cada músculo y cada compartimento.
11. Describir los mecanismos de pronación y supinación. Conocer los músculos involucrados, los lugares de inserción y la inervación.
12. Definir el túnel del carpo. Observar las relaciones de tendones, nervios y vasos sanguíneos con el túnel del carpo. Describir la relevancia clínica de esta distribución en el contexto del síndrome del túnel del carpo.
13. Definir los movimientos del pulgar y los demás dedos. Describir la interacción de los músculos extrínsecos e intrínsecos, los retináculos y las vainas fibrosas de los dedos para producir un movimiento preciso de la mano. Describir la relación entre los músculos extensores de los dedos y los lumbricales e interóseos. Definir el papel de esta disposición en la realización de los movimientos de precisión de la mano.
14. Describir la disposición de las vainas sinoviales en la muñeca y la mano. Explicar la relevancia clínica de tal patrón.
15. Definir la “tabaquera anatómica” e identificar sus principales contenidos.
16. Identificar el plexo braquial y las partes que lo componen, desde sus orígenes en cada segmento espinal hasta sus ramos terminales.
17. Trazar el trayecto de la inervación motora y cutánea en el miembro superior. Identificar el(los) nivel(es) de origen en la columna vertebral y la relación con el plexo braquial de cada nervio periférico principal. Predecir las consecuencias funcionales de las lesiones en niveles específicos de la columna vertebral, partes del plexo braquial y nervios periféricos individuales.
18. Trazar el curso del flujo sanguíneo desde la arteria subclavia hasta y a través del miembro superior, describiendo los trayectos y los patrones de ramificación de las principales arterias y venas. Identificar los territorios irrigados y drenados por los vasos principales. Conocer las principales vías colaterales alrededor del hombro y el codo. Describir la composición y las anastomosis de los arcos arteriales palmares.
19. Describir el patrón del drenaje linfático del miembro superior, incluyendo la relación de este drenaje con el de la axila y la mama.
20. Identificar los componentes óseos, los ligamentos principales, las estructuras accesorias clave (p. ej., los discos intraarticulares) y los movimientos posibles en las articulaciones del hombro, el codo y la muñeca. Describir los rasgos característicos de los traumatismos frecuentes de cada articulación.
21. Identificar las principales características del miembro superior en los estudios de imagen médica estándares.
22. Localizar las proyecciones superficiales y los puntos de palpación de las

REVISIÓN

El miembro superior es una palanca multiarticulada que se mueve libremente sobre el tronco en la articulación del hombro. Su función principal es mover la mano en posiciones que permiten que esta pueda manipular objetos. La mano es un órgano altamente evolucionado con la capacidad única de agarrar elementos con movimientos gruesos y finos. Gran parte de la relevancia de la mano se basa en la acción de oposición del pulgar, en forma de pinza, que permite que la punta del pulgar entre en contacto con las puntas de los otros dedos.

El miembro superior está dividido en las **regiones del hombro**, el **brazo**, la **fosa cubital**, el **antebrazo**, la muñeca y la **mano**. El brazo, el antebrazo y la mano están divididos en unidades de trabajo. Cada compartimento tiene sus propios músculos que realizan funciones grupales e individuales, así como su propia irrigación e inervación.

Las lesiones más frecuentes de los miembros superiores cursan con dolor, y son fracturas, luxaciones y lesiones nerviosas. Las lesiones en la muñeca y la mano merecen una atención especial debido a la importancia de preservar la mayor función posible del pulgar.

OSTEOLOGÍA

El miembro superior es un componente del esqueleto apendicular. Sus huesos son la clavícula, la escápula, el húmero, la ulna, el radio, los huesos del carpo, los huesos metacarpianos y las falanges. La clavícula y la escápula forman la cintura escapular. El húmero es el hueso del brazo, mientras que el radio y la ulna son los del antebrazo. Los huesos del carpo forman el carpo, y los metacarpianos y las falanges forman la mano. Esta sección ofrece una descripción completa de los huesos del miembro superior y sus características más significativas. En lugar de relegar el aprendizaje de este material a un complejo ejercicio de memorización de palabras sin sentido, es mejor comprender la terminología (p. ej., ¿cuál es la diferencia entre un tubérculo y una tuberosidad?) para comprender mejor la aplicación de la anatomía. Más importante aún, a la hora de examinar los huesos, uno puede hacerse preguntas como las que siguen: ¿Es este un elemento derecho o izquierdo? ¿Qué se articula con esta estructura/área? ¿Qué se inserta en esta estructura? ¿Puede palparse esta estructura? ¿Puede identificarse esta estructura en una imagen radiográfica estándar? ¿Existen relaciones neurovasculares relevantes con esta región/estructura?

Clavícula

La clavícula (del latín *clavicul-*, “pequeña llave”) se localiza entre el esternón y la escápula, y yace horizontalmente en la raíz del cuello. Tiene forma de “S” y se asemeja a una llave antigua. La clavícula actúa como puntal (soporte rígido) que conecta el miembro superior con el tórax y permite el movimiento del miembro desde el tronco. Es el primer hueso que se osifica. La clavícula es subcutánea y fácilmente palpable en toda su longitud.

La **extremidad esternal** (fig. 3-1) es el extremo romo, engrosado y proximal (medial) de la clavícula. Se articula con la escotadura clavicular del esternón a través de una articulación sinovial compuesta que contiene un disco articular. La **extremidad acromial**, de forma plana, es el extremo distal (lateral) de la clavícula. Se articula con el proceso del acromion de la escápula. El **tubérculo conoideo** (en forma de cono) es una pequeña elevación rugosa en la cara inferior, cerca del extremo acromial. Sirve como área de inserción para el ligamento conoideo, un segmento del ligamento coracoclavicular. Los músculos y ligamentos relevantes que se insertan en la clavícula se muestran en las figuras 3-1 y 3-2.

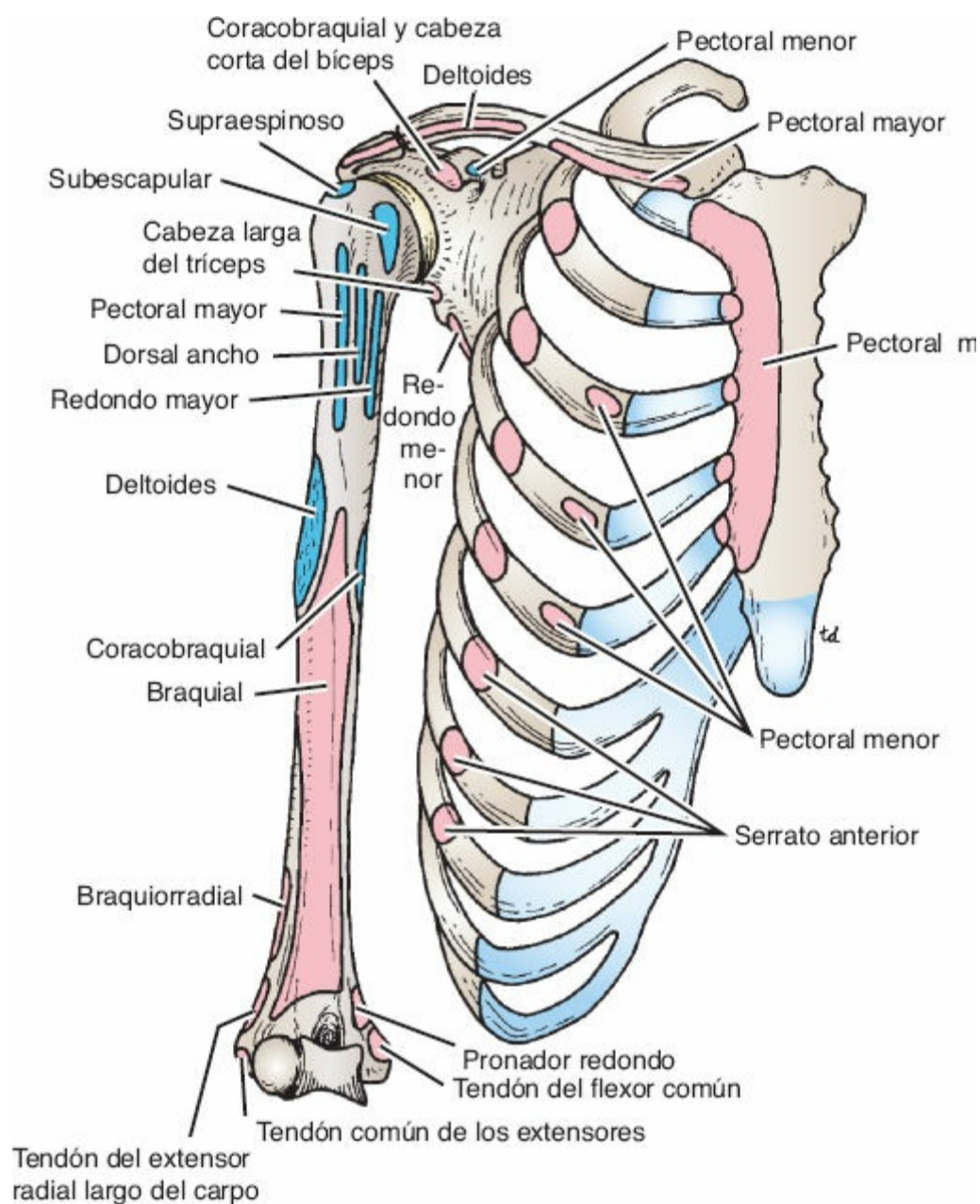


Figura 3-1 Inserciones musculares en los huesos del tórax, la clavícula, la escápula y el húmero.

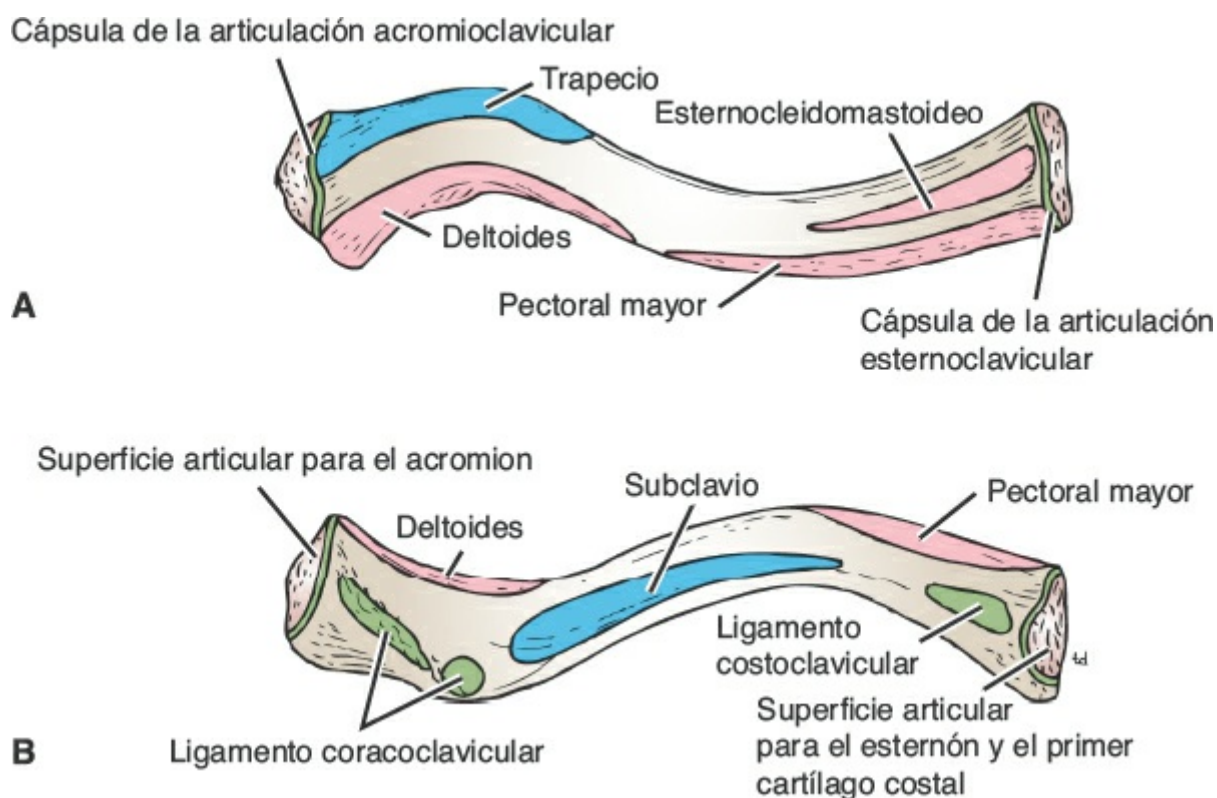


Figura 3-2 Inserciones musculares y ligamentosas de la clavícula derecha. A. Cara superior. B. Cara inferior.

Escápula

También conocida como *omóplato* (*omo plato*, en latín “plato ancho”), la escápula es un gran hueso triangular plano que se localiza en la pared posterior del tórax entre las costillas 2.^a y 7.^a. Se articula con la extremidad acromial de la clavícula y la cabeza del húmero. Las principales características que definen la escápula son sus tres bordes (superior, medial, lateral), sus tres ángulos (superior, inferior, lateral), sus dos caras (dorsal, costal) y sus tres grandes procesos óseos (espinas, acromion, coracoides), como se muestra en la [figura 3-3](#).

El **borde superior** es el borde corto, delgado y superior de la escápula. Se observa una muesca (la **escotadura escáputar**) en la cara lateral del borde superior, cerca de la base del proceso coracoides. El ligamento transversal superior de la escápula tiende un puente sobre la escotadura. En general, la arteria supraescapular pasa por encima de este ligamento, mientras que el nervio supraescapular pasa por debajo de este. El **borde medial (vertebral)**, más largo, se halla más cerca de la columna vertebral. El **borde lateral (axilar)** es más grueso y se localiza más próximo a la axila. La unión de los bordes superior y medial forma el **ángulo superior** de la escápula. La unión de los bordes medial y lateral forma el **ángulo inferior**. El ángulo inferior de la escápula puede palparse fácilmente en el sujeto vivo y marca el nivel de la 7.^a costilla y el proceso espinoso de la 7.^a vértebra torácica (vértebra T7). La unión de los bordes superior y lateral forma el **ángulo lateral**.



Notas clínicas

Fractura de clavícula

La clavícula actúa como un puntal que sostiene el brazo lateralmente para que pueda moverse libremente sobre el tronco. Es la única conexión entre el miembro superior y el esqueleto axial, por lo que transmite todas las fuerzas desde el miembro superior hasta el tronco. Por desgracia, debido a su posición, está expuesta a traumatismos. *Es el hueso del cuerpo que se fractura con mayor frecuencia.* Las fracturas en general ocurren como resultado de una caída sobre el hombro o una mano extendida. La fuerza se transmite a lo largo de la clavícula, que se rompe en su punto más débil: la unión de los tercios medio y lateral. Después de la fractura, el fragmento lateral descende por el peso del brazo y es empujado anteromedialmente por los potentes músculos aductores de la articulación del hombro, especialmente el pectoral mayor. El extremo medial se inclina superiormente por el músculo esternocleidomastoideo. La estrecha relación de los nervios supraclaviculares con la clavícula puede ser causa de daño durante la formación del callo después de la fractura del hueso. Esta puede ser motivo de dolor persistente en el hemicuello.

Compresión clavicular del plexo braquial, la arteria subclavia y la vena subclavia

El intervalo entre la clavícula y la primera costilla en algunos pacientes puede estrecharse, originando así la compresión de los nervios y los vasos sanguíneos (véase el análisis sobre el síndrome de la abertura torácica superior en el [cap. 4](#)).

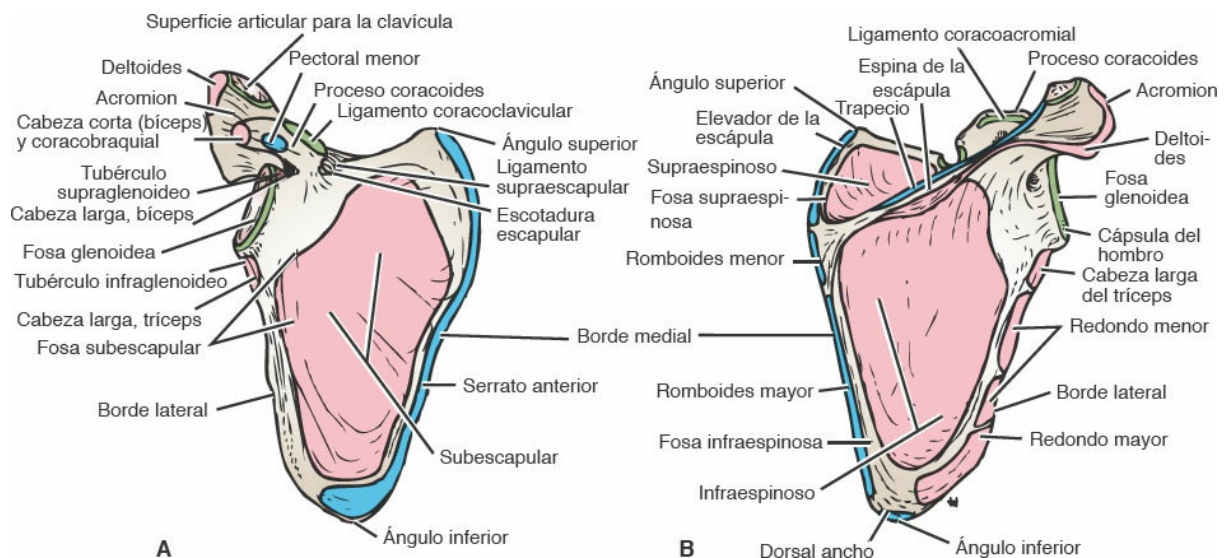


Figura 3-3 Inserciones musculares y ligamentosas de la escápula derecha. **A.** Cara anterior. **B.** Cara posterior.

El ángulo lateral de la escápula es la parte más gruesa y compleja de la escápula. Se compone principalmente de un ancho proceso (la **cabeza de la escápula**) que está conectada con el resto del hueso por una zona estrangulada (el **cuello de la escápula**). La superficie lateral de la cabeza forma una superficie articular poco profunda, la **cavidad o fosa glenoidea** (del griego *glenoides*, “en forma de cuenco”), para la cabeza del húmero. Un anillo fibrocartilaginoso (**labrum glenoideo**) rodea el borde de la cavidad glenoidea y sirve para ampliar y hacer más profunda la cavidad articular. Una pequeña

elevación (**tubérculo supraglenoideo**) se localiza en el vértice de la cavidad glenoidea, cerca de la base del proceso coracoides. Un área rugosa (**tubérculo infraglenoideo**) se halla inmediatamente inferior a la cavidad glenoidea.

La **cara dorsal (posterior)** de la escápula se divide en dos regiones de tamaño desigual por la espina de la escápula. El área más pequeña, similar a un canal ubicada por encima de la espina es la **fosa supraespinosa**. El área más grande localizada por debajo de la espina es la **fosa infraespinosa**. La **espina** es una gran cresta triangular que se extiende lateralmente hasta transformarse en una estructura aplanada llamada el **acromion**. El borde lateral de la columna se une con el cuello de la escápula y forma una vía similar a una muesca (**escotadura espinoglenoidea** o **escapular mayor**) que conecta las **fosas supraespinosa** e infraespinosa. Esta permite que el nervio supraescapular y los vasos pasen entre estas fosas. El **acromion** (del griego, “balcón del hombro”) es una extensión lateral ancha y plana de la espina de la escápula. Forma una referencia fácilmente palpable del hombro. Cubre parcialmente la cavidad glenoidea y permite la unión de la clavícula con la articulación acromioclavicular.

La **cara costal (ventral, anterior)** de la escápula yace sobre la cara posterior de la caja torácica. Gran parte de esta superficie forma una concavidad poco profunda: la **fosa subescapular**. El **proceso coracoides** (del griego, “con aspecto de pico de cuervo”) es una estructura gruesa, similar a un pico, que se proyecta en dirección anterolateral desde la unión del cuello y el extremo lateral del borde superior de la escápula. Puede palparse haciendo presión intensa a través de la porción anterior del músculo deltoides, inferior al extremo lateral de la clavícula. Los principales músculos y ligamentos que se insertan en la escápula se muestran en las figuras 3-1 y 3-3.

Húmero

El húmero (del latín, “hombro”) se localiza en el brazo y es el hueso más largo del miembro superior. Se articula proximalmente con la cavidad glenoidea de la escápula, en la articulación glenohumeral (del hombro). Se articula distalmente con la cabeza del radio y la escotadura troclear de la ulna, en la articulación del codo. El húmero puede dividirse en tres porciones principales: 1) el extremo proximal, 2) el cuerpo o diáfisis, y 3) la extremidad distal. Los músculos y ligamentos principales que se insertan en el húmero se muestran en las figuras 3-1 y 3-5.



Notas clínicas

Fracturas escapulares

Las fracturas de la escápula suelen originarse a partir de traumatismos graves, como ocurre en las víctimas de accidentes de tráfico, tanto en los conductores como en los acompañantes. A menudo, estas lesiones están asociadas con fracturas de costillas. La mayoría de las fracturas de la escápula requieren poco tratamiento directo porque los músculos de las caras anterior y posterior fijan

adecuadamente los fragmentos.

Hombro caído y escápula alada

La posición de la escápula en la pared posterior del tórax es mantenida por el tono de los músculos que se insertan en esta. Si uno de estos músculos está paralizado, el equilibrio se altera, como ocurre en el hombro caído, que se produce por la parálisis del trapecio, o la escápula alada (fig. 3-4), debida a la parálisis del serrato anterior. Dicho desequilibrio puede detectarse a través de una exploración física minuciosa.

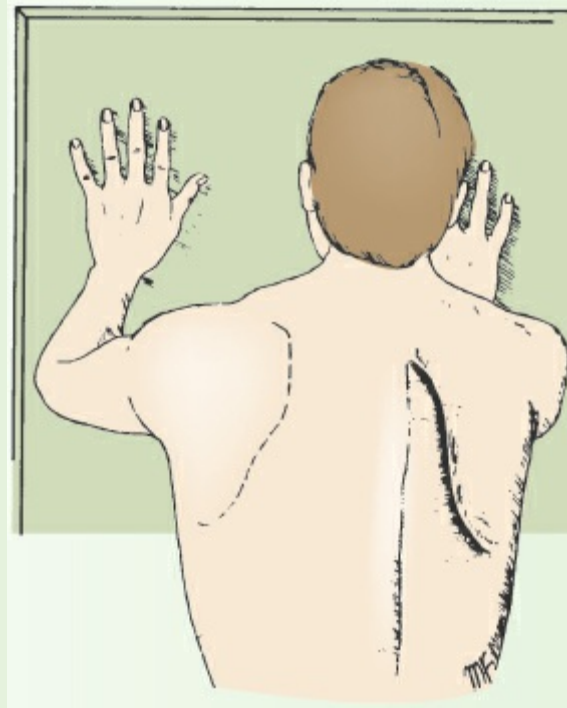


Figura 3-4 Escápula derecha alada.

Extremo proximal

La **cabeza** constituye el extremo esférico, liso y proximal del húmero. Forma casi la tercera parte de una esfera y está orientada en dirección superomedial y ligeramente posterior. Se articula con la cavidad glenoidea de la escápula para formar la articulación glenohumeral en el complejo articular del hombro. El **tubérculo mayor** es la elevación grande y rugosa en el extremo proximal lateral del húmero, lateral a la cabeza. El **tubérculo menor** es la elevación pequeña y rugosa en el extremo proximal anterior del húmero, inferior a la cabeza y medial al tubérculo mayor. El **cuello anatómico** es la región ligeramente estrangulada que rodea la superficie articular de la cabeza. La cápsula articular de la articulación glenohumeral se inserta a lo largo del borde inferior del cuello anatómico. No suelen producirse fracturas en este punto, si bien pueden ser más frecuentes en los adultos mayores. El **cuello quirúrgico** es el área estrecha inmediatamente inferior a los tubérculos mayor y menor, y forma la interfase entre el extremo proximal y el cuerpo del húmero. El cuello quirúrgico tiene relaciones relevantes con el nervio axilar y los vasos humerales circunflejos

anterior y posterior. Las fracturas en este punto son frecuentes. El **surco intertubercular (bicipital)** es un surco profundo en la cara anterior del húmero y separa los tubérculos mayor y menor. Alberga el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial y se extiende hasta el tercio superior del cuerpo del húmero.

Cuerpo/diáfisis

La **tuberosidad deltoidea** (triangular como la letra griega “delta”) es una elevación triangular rugosa en la cara anterolateral de la porción media del cuerpo del húmero. Sirve como área de inserción para el músculo deltoides. El borde posterior de la tuberosidad está definido por el **surco del nervio radial (surco espiral)** del húmero, depresión poco profunda que rodea en espiral alrededor de las caras posterior y lateral de la porción media del cuerpo del húmero. El surco es más visible en el punto donde yace entre la tuberosidad deltoidea y el extremo superior de la cresta supracondílea lateral. Tiene relaciones relevantes con el nervio radial y los vasos braquiales profundos. Las fracturas en la porción media del cuerpo del húmero son frecuentes, especialmente por debajo de la tuberosidad deltoidea, y pueden afectar el surco radial y su contenido. La **cresta supracondílea medial** es una cresta estrecha que se extiende en dirección proximal desde el epicóndilo medial, formando el borde medial inferior del húmero. La **cresta supracondílea lateral** es otra cresta estrecha que se extiende en dirección proximal desde el epicóndilo lateral, formando el borde lateral inferior del húmero.

Extremo distal

El **epicóndilo lateral** es una proyección pequeña y rugosa en la cara distal lateral del húmero, proximal al *capitulum*. Puede palparse fácilmente. El tendón extensor común (tendón de origen para varios músculos extensores superficiales del antebrazo) se inserta aquí. La inflamación de este tendón se denomina *epicondilitis lateral* (“codo de tenista”). El **epicóndilo medial**, que tiene el aspecto de un pomo, es una proyección grande en la región mediodistal del húmero, proximal a la tróclea. Puede palparse fácilmente y es un punto de referencia superficial importante en el brazo. El nervio ulnar cruza la cara posterior de este epicóndilo en el **surco ulnar**, lugar donde es susceptible de lesión (p. ej., por un traumatismo cerrado o una fractura ósea). El nervio puede palparse y hacerse rodar contra el epicóndilo. La estimulación del nervio por contacto contra el epicóndilo provoca la característica respuesta denominada del “hueso de la risa”, que es una sensación de hormigueo en el borde medial de la mano y el quinto dedo. Este limita con el húmero. El *capitulum* (que en latín significa cabecita) es un proceso articular redondeado, semiesférico, ubicado en el extremo distal lateral del húmero. Yace inmediatamente lateral a la tróclea. El *capitulum* se articula con la cabeza del radio. Las formas de estas estructuras permiten tanto la flexión/extensión como la rotación en la articulación humerorradial. La tróclea (del griego *tróchos*, “rueda”) es una superficie articular, que tiene la apariencia de una polea, ubicada en el extremo mediodistal

del húmero. Yace inmediatamente medial al capítulo. La tróclea se articula con la escotadura troclear de la ulna. Las formas de la articulada tróclea y de la escotadura troclear (más la presencia de la articulación humerorradial) limitan los movimientos laterales de la ulna, lo que resulta esencialmente en una acción de bisagra en la articulación humeroulnar. La **fosa coronoidea** (supratroclear) es la depresión en el extremo distal anterior del húmero, inmediatamente proximal a la tróclea. Esta recibe al proceso coronoide de la ulna durante la flexión completa del codo. La **fosa radial** es una depresión poco profunda en el extremo distal anterior del húmero, inmediatamente proximal al *capitulum*. Esta recibe el borde de la cabeza del radio durante la flexión completa del codo. La **fosa olecraneana** es una depresión profunda en el extremo distal posterior del húmero, inmediatamente proximal a la tróclea. Acomoda el vértice del olecranon de la ulna durante la extensión completa del codo.

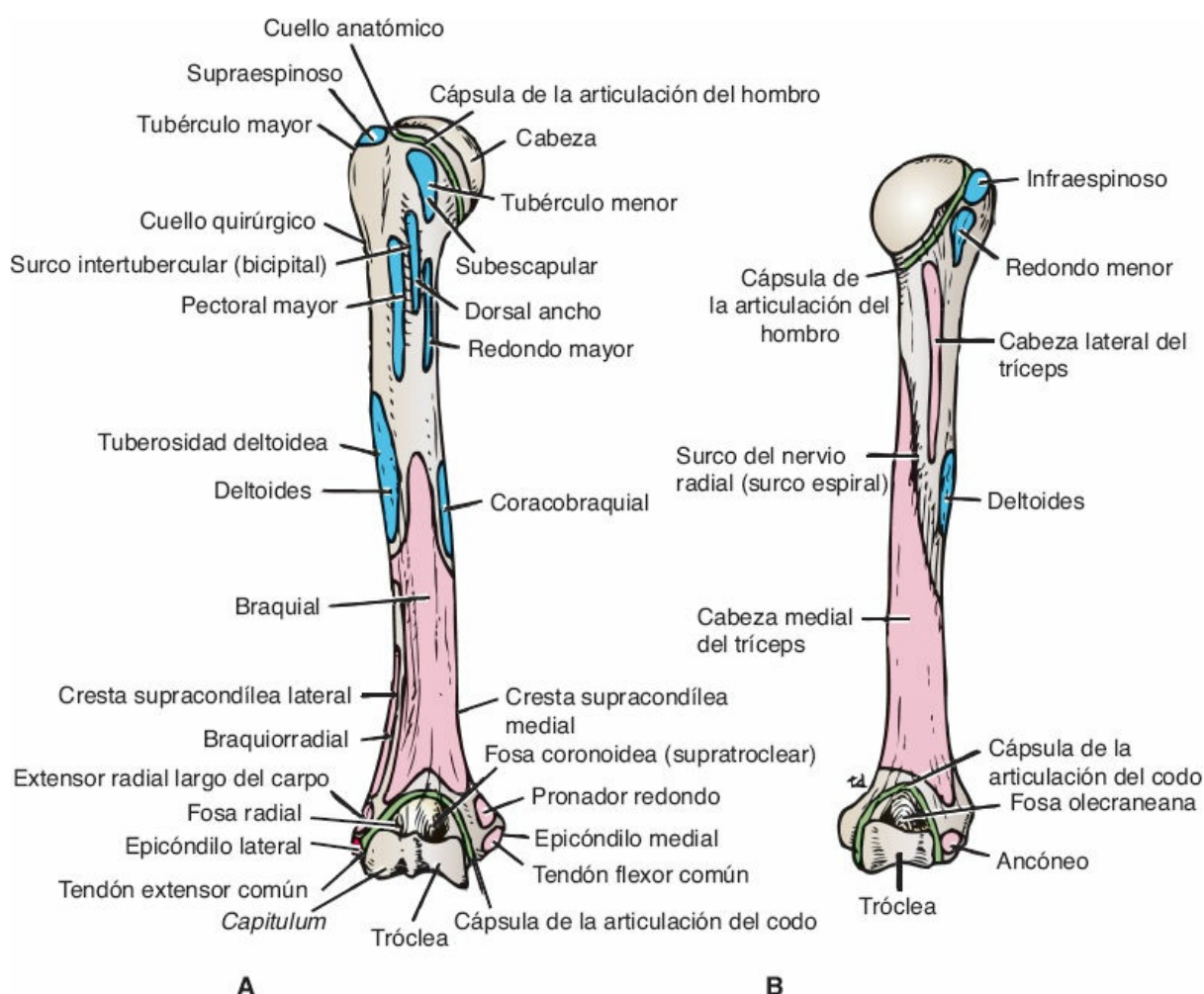


Figura 3-5 Inserciones musculares y ligamentosas importantes en el húmero derecho. **A.** Cara anterior. **B.** Cara posterior.

Radio

El radio (del latín *radius*, “rayo de luz”) es el hueso del lado del antebrazo. Se articula proximalmente tanto con el capítulo del húmero como con la escotadura

radial de la ulna, en la articulación del codo. Distalmente, se articula con la cabeza de la ulna y los huesos escafoides y *lunatum*, en la muñeca. Durante la pronación y la supinación, el radio rota alrededor de su eje largo en su extremo proximal y hace un movimiento circular sobre la ulna en su extremo distal. Los músculos y ligamentos principales que se insertan en el radio se muestran en la [figura 3-7](#).

La **cabeza** es el amplio, redondeado extremo proximal del radio. Su cara proximal es cóncava para articularse con el *capitulum* del radio. Su periferia se articula con la escotadura radial de la ulna. La cabeza se mantiene en su lugar, contra la ulna, gracias al ligamento anular circundante. Obsérvese que la cabeza del radio se localiza en su extremo proximal, mientras que la cabeza de la ulna, en su extremo distal. El **cuello** es una constricción en el área distal a la cabeza. La **tuberosidad del radio** es un área elevada, áspera casi en toda su superficie, en la cara anteromedial y proximal del radio, inmediatamente distal al cuello. Sirve como lugar de inserción del músculo bíceps braquial. El **cuerpo** o **diáfisis** abarca la porción media, alargada, del radio. Se ensancha progresivamente de proximal a distal. El borde medial del cuerpo forma una cresta aguda (el **borde interóseo**) para la inserción de la membrana interósea que une el radio con la ulna. La **escotadura ulnar** es una depresión poco profunda en la cara medial distal del radio. Constituye la cara articular de la cabeza de la ulna. El **proceso estiloides** (del griego, “con aspecto de punzón”) es una proyección distal que emerge desde la cara lateral distal del radio, que se extiende lateral a la fila proximal de los huesos del carpo. La **superficie articular de la muñeca** forma la cara distal del radio. Esta área se articula con los huesos escafoides (lateralmente) y *lunatum* (medialmente).



Notas clínicas

Fractura del extremo proximal del húmero

Véase en la [figura 3-6A](#) un análisis de las fracturas descritas en esta sección.

Fracturas de la cabeza del húmero

Las fracturas de la cabeza del húmero pueden producirse durante las dislocaciones anteriores y posteriores de la articulación del hombro. El fibrocartilaginoso *labrum* glenoideo de la escápula produce la fractura, y el rodete puede atascarse en el defecto, lo que dificulta la reducción de la articulación del hombro.

Fracturas del tubérculo mayor

El tubérculo mayor puede fracturarse por un traumatismo directo, un desplazamiento del *labrum* glenoideo en una dislocación del hombro o una avulsión debida a contracciones violentas del músculo supraespinoso. El fragmento de hueso sostiene las inserciones de los músculos supraespinoso, redondo menor e infraespinoso, cuyos tendones forman parte del manguito de los rotadores. Cuando la fractura se asocia con una dislocación del hombro, el desgarró grave del manguito originado por la fractura puede hacer que el tubérculo mayor permanezca desplazado posteriormente una vez que se ha hecho la maniobra de reducción del hombro. En estos casos se requiere una reducción abierta de la fractura para restablecer la posición del manguito de los rotadores.

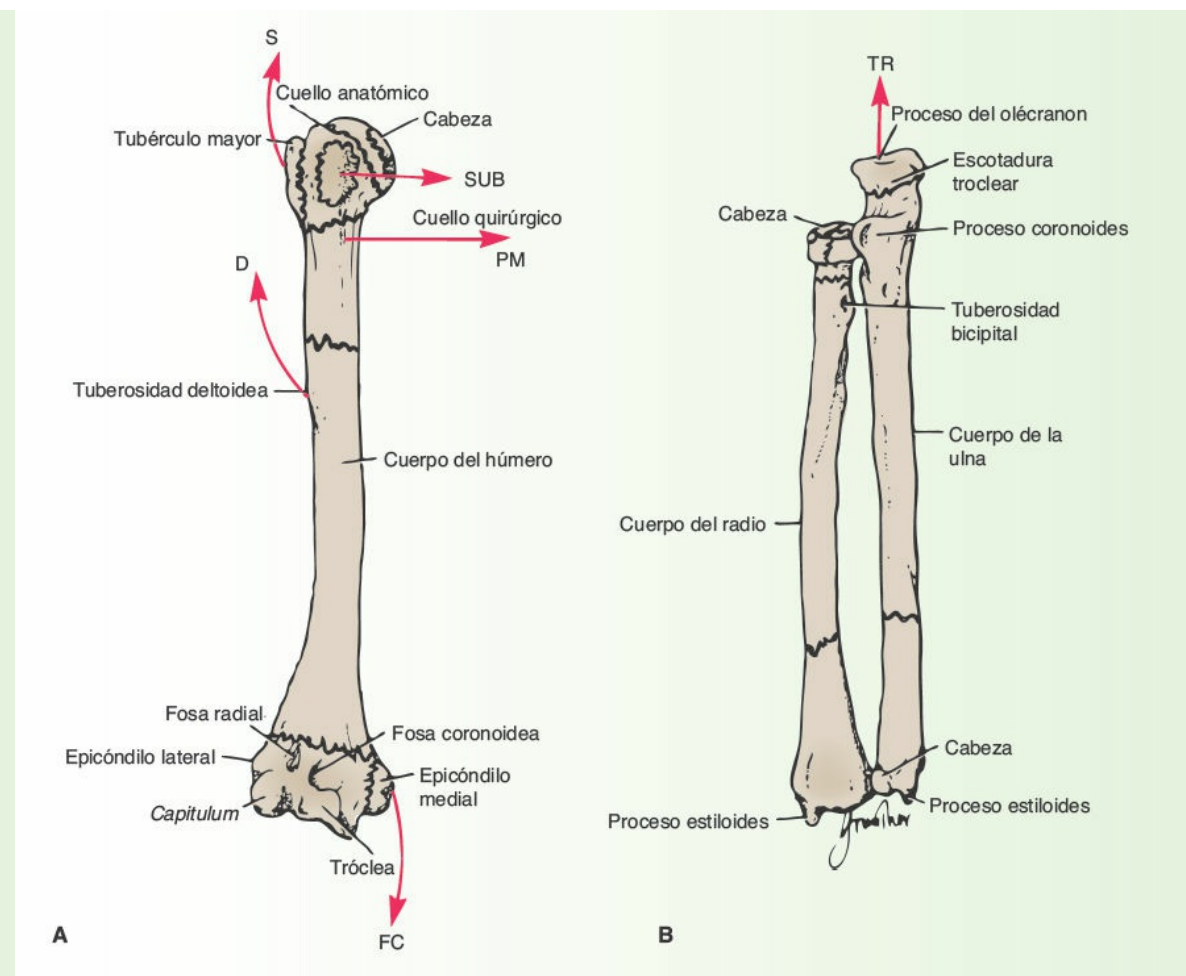


Figura 3-6 A. Fracturas frecuentes del húmero. B. Fracturas frecuentes del radio y la ulna. Las flechas rojas indican la dirección de desplazamiento de los fragmentos óseos en el lugar de la línea de fractura y la tracción de los músculos responsables. D, deltoides; FC, tracción de los músculos flexores comunes; PM, pectoral mayor; S, supraespinoso; SUB, subescapular; TR, tríceps.

Fracturas del tubérculo menor

En ocasiones, una luxación posterior de la articulación del hombro se acompaña de una fractura del tubérculo menor. El fragmento óseo recibe la inserción del tendón del subescapular, una porción del manguito de los rotadores.

Fracturas del cuello quirúrgico

El cuello quirúrgico del húmero, ubicado inmediatamente distal al tubérculo menor, puede fracturarse por un golpe directo sobre la cara lateral del hombro o indirectamente al caer sobre la mano extendida. El nervio axilar y los vasos sanguíneos humerales circunflejos están íntimamente relacionados con el cuello quirúrgico, y pueden lesionarse fácilmente cuando hay una fractura de este punto.

Fracturas del cuerpo del húmero

Las fracturas del cuerpo del húmero son frecuentes; el desplazamiento de los fragmentos depende de la relación del lugar de la fractura con la inserción del músculo deltoides. Cuando la línea de fractura es proximal a la inserción del deltoides, el músculo pectoral mayor, el dorsal ancho y el redondo mayor aducen el fragmento proximal; el deltoides, los bíceps y los tríceps tiran del fragmento distal en sentido proximal. Cuando la fractura es distal a la inserción deltoidea, el fragmento proximal es abducido por el deltoides, y el bíceps y el tríceps tiran del fragmento distal en dirección proximal. El nervio radial puede dañarse en el punto donde yace en el surco del nervio radial (surco espiral), en la cara posterior del húmero por debajo de la cubierta del músculo

tríceps.

Fracturas del extremo distal del húmero

Las fracturas supracondíleas son frecuentes en niños, y ocurren en caídas sobre la mano extendida con el codo parcialmente flexionado. Las lesiones en los nervios mediano, radial y ulnar son frecuentes, si bien rápidamente se recupera la función normal después de la maniobra de reducción de la fractura. El daño o compresión de la arteria braquial en el momento de la fractura o por la inflamación de los tejidos circundantes; esto puede interferir con la circulación del antebrazo, lo que produce la denominada *contractura isquémica de Volkmann* (véanse las *Notas clínicas* sobre el antebrazo).

El ligamento colateral medial del codo puede arrancar (evulsionar) el epicóndilo medial del antebrazo si se abduce intensamente. El nervio ulnar puede lesionarse al momento de la fractura, afectarse durante su proceso de reparación (el callo) o irritarse en la cara ósea irregular una vez que se vuelven a unir los fragmentos de hueso.

Ulna

La ulna (del latín, “codo”) se localiza en el lado medial del antebrazo. Se articula proximalmente tanto con la tróclea del húmero como con la cabeza del radio, en la articulación del codo. Distalmente, se articula con la escotadura ulnar del radio. Su gran extremo proximal en forma de gancho distingue al hueso. Los músculos y ligamentos principales que se insertan en la ulna se muestran en la [figura 3-7](#).

El **olécranon** (del griego, “codo”) es el extremo proximal de la ulna, y forma el punto más saliente del codo. Puede palparse fácilmente. Es el lugar de inserción del músculo tríceps braquial. La punta en forma de pico del olécranon encaja en la fosa del húmero durante la extensión del codo. El **proceso coronoides** (del griego *coron*, “parecido a un pico de cuervo”) es la proyección anterior y constituye el extremo inferior del extremo proximal de la ulna. Contribuye a la formación de la **escotadura troclear**, una gran escotadura en forma de media luna en la cara anterior del extremo proximal de la ulna. Está formada por las caras articulares del olécranon y el proceso coronoides y se articula con la tróclea del húmero. La **escotadura radial** es una escotadura poco profunda y lisa en la cara lateral del proceso coronoides, inmediatamente distal a la escotadura troclear. Es la cara articular para la cabeza del radio. La **tuberosidad de la ulna** es la cara anterior distal, rugosa, del proceso coronoides. Sirve como área de inserción para el músculo braquial. El **cuerpo (diáfisis) de la ulna** es la porción media, alargada, de la ulna. En contraposición con el radio, el cuerpo de la ulna se estrecha a medida que avanza en dirección proximal distal. La porción posterior del cuerpo es redondeada y subcutánea, y puede palparse fácilmente en toda su longitud. El borde lateral del cuerpo de la ulna forma una cresta afilada (el **borde interóseo**) para la inserción de la membrana interósea. La **cabeza de la ulna** forma el pequeño y redondeado extremo distal de la ulna; tiene una cara articular en su porción lateral, para el contacto con la escotadura ulnar del radio. Sin embargo, el extremo distal de la cabeza de la ulna está separado y fuera de la articulación de la muñeca por un disco articular. El **proceso estiloides** es una pequeña proyección desde el extremo posterolateral y distal de la ulna.

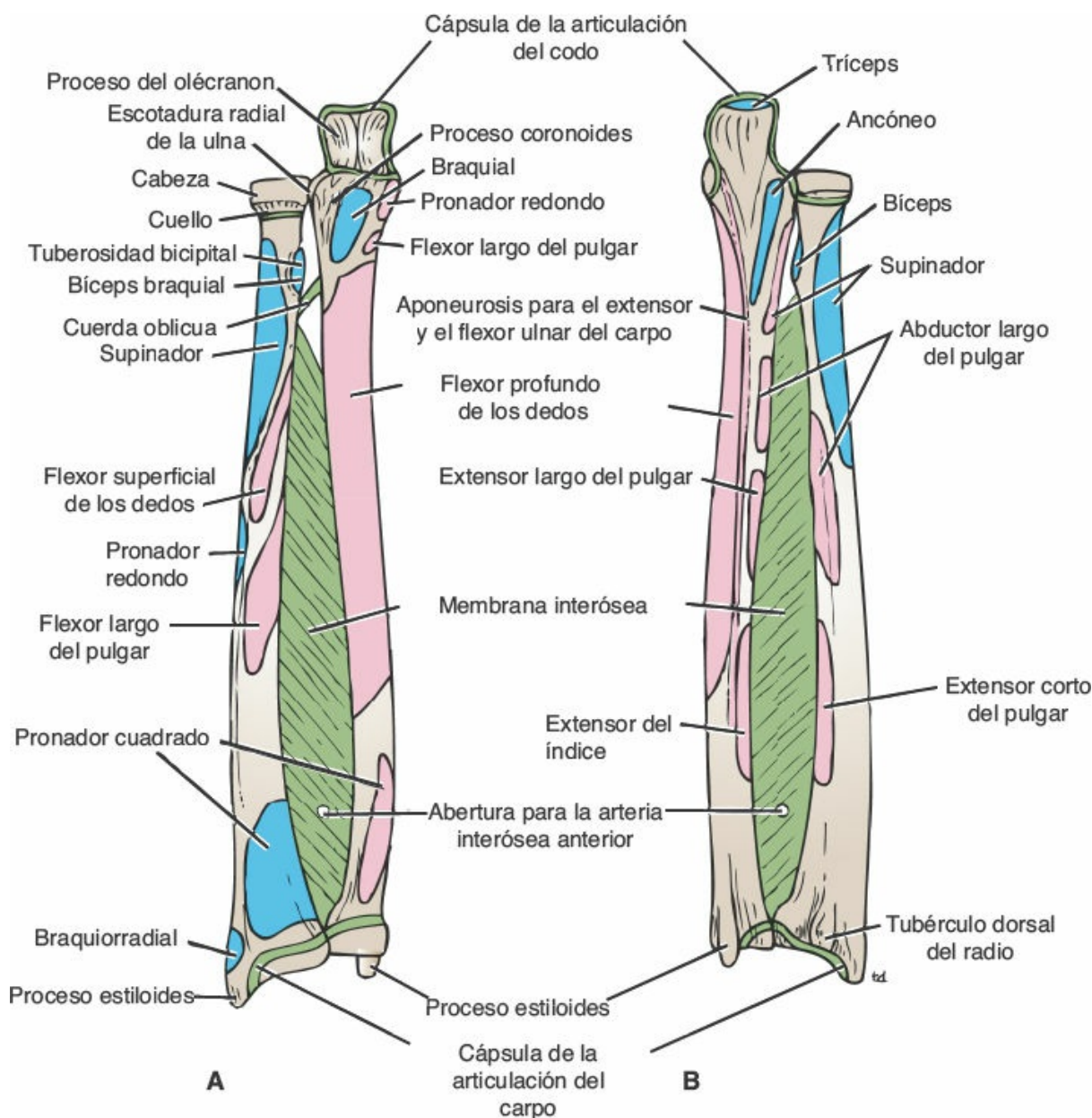


Figura 3-7 Inserciones musculares y ligamentosas relevantes del radio y la ulna. **A.** Cara anterior. **B.** Cara posterior.



Notas clínicas

Fracturas de la ulna y el radio

Las **fracturas de la cabeza del radio** pueden producirse por caídas con la mano extendida. A medida que se transmite la fuerza a lo largo del radio, la cabeza se impulsa bruscamente contra el *capitulum*, lo que divide o astilla la cabeza del radio (véase [fig. 3-6B](#)).

Las **fracturas del cuello del radio** aparecen con mayor frecuencia en niños pequeños por caídas con la mano extendida (véase [fig. 3-6B](#)).

Las **fracturas de los cuerpos del radio y de la ulna** pueden producirse simultáneamente o no (véase [fig. 3-6B](#)). El desplazamiento de los fragmentos suele ser considerable y depende de la tracción de los músculos insertados. Los músculos supinador y bíceps braquial supinan el fragmento proximal del radio. El pronador cuadrado prona y desvía en dirección medial el fragmento distal del radio. La fuerza de los músculos braquiorradial y los extensores radiales de la muñeca largo y corto

acorta y angula el antebrazo. En las fracturas de la ulna, el hueso se angula en dirección posterior. Para restablecer los movimientos normales de pronación y supinación, debe recuperarse la relación anatómica normal del radio, la ulna y la membrana interósea.

Las fracturas en un hueso del antebrazo pueden asociarse con dislocaciones del otro hueso (p. ej., en la **fractura de Monteggia**, una fuerza aplicada desde atrás fractura el cuerpo de la ulna). Se produce una inclinación hacia delante del cuerpo de la ulna y una dislocación anterior de la cabeza del radio con rotura del ligamento anular. En la **fractura de Galeazzi**, se fractura el tercio proximal del radio y se disloca el extremo distal de la ulna en la articulación radioulnar distal.

Las **fracturas del olécranon** pueden producirse por una caída sobre el codo flexionado o por un golpe directo. Según la localización de la línea de fractura, el fragmento óseo puede ser desplazado por la tracción del músculo tríceps, que se inserta en el proceso del olécranon (véase fig. 3-6). La tracción del músculo tríceps puede originar fracturas por avulsión de una parte del proceso del olécranon. La correcta recuperación de la función después de cualquiera de estas fracturas depende de la reducción anatómica precisa del fragmento.

La **fractura de Colles** es una fractura del extremo distal del radio que se produce por una caída sobre la mano extendida. En general, ocurre en pacientes mayores de 50 años. La fuerza impulsa el fragmento distal en dirección posterosuperior, y la cara articular distal se inclina en dirección posterior (fig. 3-8A). Este desplazamiento da origen a una protuberancia posterior, en ocasiones denominada “deformidad en dorso de tenedor”, dado que el antebrazo y la muñeca adquieren la forma de dicho cubierto. Si no se logra restablecer la posición normal de la cara articular, la amplitud de flexión de la articulación de la muñeca se verá muy limitada. La **fractura de Smith** es una fractura del extremo distal del radio y se produce por una caída sobre el dorso de la mano (véase fig. 3-8B). Es una fractura de Colles invertida, puesto que el fragmento distal se desplaza anteriormente.

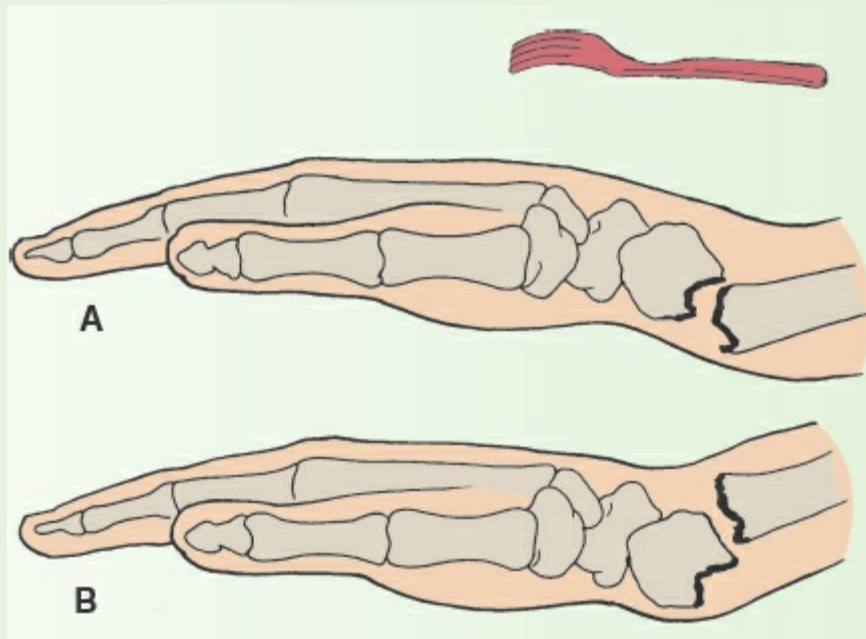


Figura 3-8 Fracturas del extremo distal del radio. **A.** Fractura de Colles. **B.** Fractura de Smith.

Bursitis del olécranon

Se forma una pequeña bolsa subcutánea sobre el olécranon de la ulna, y el desgaste o los traumatismos repetidos a menudo producen una bursitis crónica.

Huesos del carpo

Los huesos del carpo (del latín, *carpus*) son ocho pequeños huesos que forman la muñeca (figs. 3-9 y 3-10). Están dispuestos en dos filas (proximal y distal), con

cuatro huesos en cada una. La disposición de los huesos forma una profunda concavidad en la cara anterior de la muñeca, cubierta por una resistente banda ligamentosa (el retináculo flexor) que forman el **túnel del carpo** osteofascial. El túnel del carpo pasa hacia la mano varios tendones flexores y el nervio mediano. La compresión del espacio del túnel o el traumatismo de su contenido produce el **síndrome del túnel del carpo**. Al nacer, los huesos de la mano son cartilagosos. El hueso *capitatum* (grande) comienza a osificarse durante el primer año, y los otros lo hacen en intervalos posteriores hasta los 12 años, período en el que todos los huesos ya se han osificado.

Los huesos del carpo deben comprenderse como un grupo articulado, no como elementos separados e independientes. Una regla mnemotécnica útil para recordar los huesos del carpo es: “**Esa señorita pide pizza... traigan, traigan, huele grandioso**”. La parte resaltada de cada palabra representa cada hueso, dispuestos por fila (la proximal primero) y desde lateral a medial.

Fila proximal

De lateral a medial: el escafoides, el *lunatum*, el *triquetrum* y el pisiforme. Los huesos escafoides y *lunatum* se articulan con la cara articular carpiana del radio.

El **escafoides** (del griego *skapheides*, “con forma de barco”) es el hueso del carpo más grande y lateral de la fila proximal. El escafoides se localiza en el suelo de la tabaquera anatómica. Se fractura con frecuencia por el impacto sobre la base de la mano cuando la muñeca está hiperextendida y abducida, como cuando se intenta impedir una caída con la mano extendida. El *lunatum* (semilunar) (“en forma de medialuna”) es el hueso del carpo localizado entre el escafoides y el *triquetrum* (piramidal). El *triquetrum* (con forma de pirámide) es el hueso más medial de la fila proximal de la muñeca. El pisiforme se localiza en la cara palmar del *triquetrum*. El **pisiforme** (del griego *pis*, “guisante”) es un pequeño hueso sesamoideo con forma de guisante que se forma en el tendón del músculo flexor ulnar de la muñeca.

Fila distal

De lateral a medial: trapecio, trapezoide, *capitatum* y *hamatum* (ganchoso). Estos huesos se articulan distalmente con los huesos metacarpianos de la mano.

El **trapecio** (del griego *trapeze*, “en forma de mesita”) es el hueso del carpo más lateral de la fila distal. Forma una articulación en silla de montar con el primer hueso metacarpiano, lo que permite la gran movilidad del pulgar. Recuérdese: “El pulgar se balancea sobre el trapecio”. El **trapezoide** es el hueso localizado entre el trapecio y el hueso *capitatum* y se llama así por su forma trapezoidal. El hueso *capitatum* o capitado (del latín *caput*, “cabeza”) es el hueso más grande y central de la muñeca, ubicado entre el trapezoide y el *hamatum*. Se llama así por su cabeza redondeada, que se encaja en la concavidad formada por los huesos escafoides y *lunatum*. Las fuerzas generadas en la mano (como en un puñetazo) se transmiten a través del tercer hueso metacarpiano hacia el hueso *capitatum*, y luego en dirección proximal a través del hueso *lunatum* hasta el

radio. El *hamatum* es el hueso más medial de la fila distal de la muñeca. Se caracteriza por la presencia del **gancho del hamatum**, que es uno de los puntos de inserción del retináculo flexor.

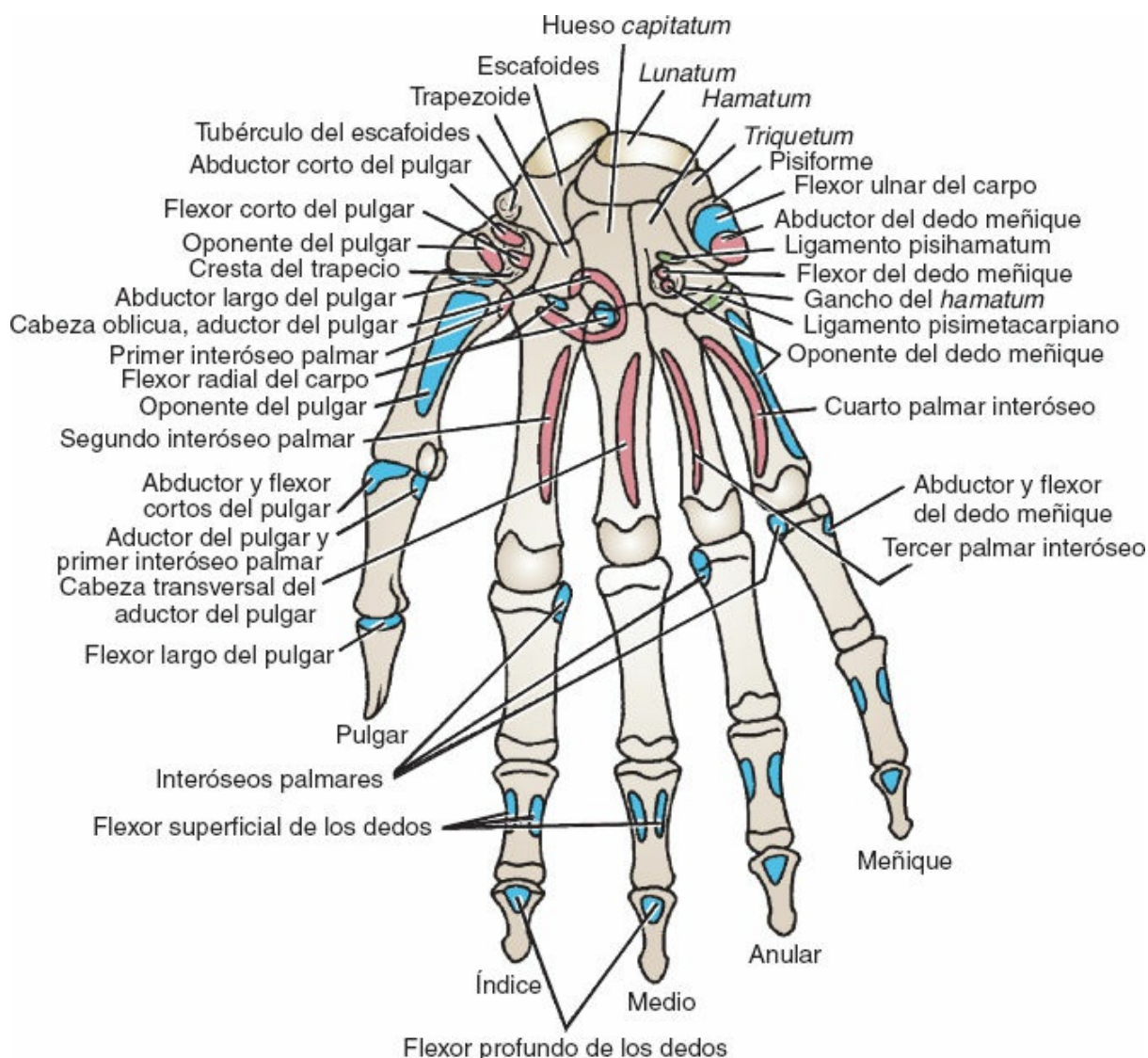


Figura 3-9 Inserciones musculares importantes en las caras anteriores de los huesos de la mano.

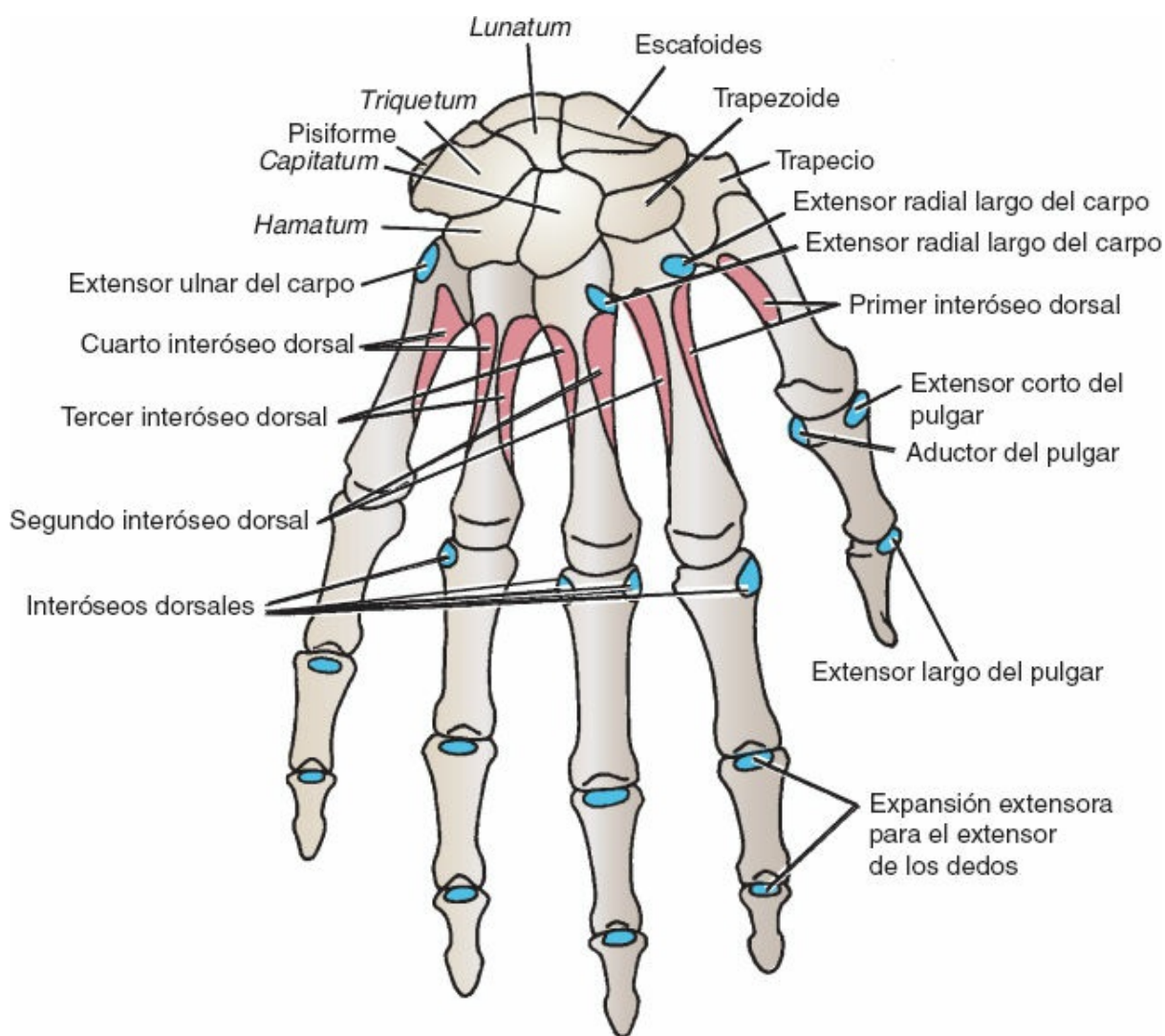


Figura 3-10 Inserciones musculares importantes en las caras posteriores de los huesos de la mano.



Notas clínicas

Lesiones óseas de la mano

Las **fracturas del escafoides** son frecuentes en adultos jóvenes; a menos que se traten eficazmente, los fragmentos no se consolidarán, y se producirán una debilidad y dolor permanentes de la muñeca, con el desarrollo posterior de artrosis. En general, la línea de fractura atraviesa la parte más estrecha del hueso, que, debido a su localización, está bañada en líquido sinovial. Los vasos sanguíneos para el escafoides entran en sus extremos proximal y distal, aunque en ocasiones la vascularización se limita a su extremo distal. Si esto último ocurre, una fractura en esta localización provoca que no haya vascularización en el fragmento proximal, el cual sufre necrosis avascular. El dolor profundo en la tabaquera anatómica (véase el análisis a continuación) después de una caída sobre la mano extendida en un adulto joven es sugestivo de fractura del escafoides.

En ocasiones, se produce **dislocación del lunatum** en adultos jóvenes que han caído sobre su mano extendida de tal modo que causa una hiperextensión de la articulación de la muñeca. El daño del nervio mediano es frecuente.

Las **fracturas de los metacarpianos** pueden producirse como resultado de fuertes golpes directos, como cuando se golpea una superficie dura con el puño cerrado. La fractura siempre se angula dorsalmente. La “fractura del boxeador” suele producir una fractura oblicua del cuello del quinto y, a veces, del cuarto metacarpiano. El fragmento distal suele desplazarse en dirección proximal, acortando así el dedo posteriormente. La **fractura de Bennett** es una fractura de la base

del metacarpiano del pulgar causada por un golpe fuerte a lo largo del eje longitudinal del pulgar o por una abducción forzada del mismo. La fractura es oblicua y entra en la articulación carpometacarpiana del pulgar, lo cual origina inestabilidad articular.

Las **fracturas de las falanges** son frecuentes y en general se deben a una lesión directa.

Huesos metacarpianos

Los huesos metacarpianos son los cinco huesos ubicados entre los huesos del carpo y las falanges de la mano (véanse figs. 3-9 y 3-10). Abarcan la palma de la mano, mientras que las falanges forman los dedos. Los huesos se identifican numéricamente de 1 a 5, comenzando con la unidad más lateral (es decir, el metacarpiano 1 se alinea con el pulgar). Cada hueso consta de una base, un cuerpo y una cabeza. La **base** constituye la base proximal y expandida del hueso. Se articula con la hilera distal de los huesos del carpo. La porción media del hueso, alargada y delgada, es el **cuerpo** o **diáfisis**. El cuerpo de cada hueso metacarpiano es ligeramente cóncavo anterior-mente y triangular en su sección transversal. Tiene tres caras: posterior, lateral y medial. La **cabeza** es el extremo distal y redondeado del hueso. Se articula con la falange proximal del dedo correspondiente y forma el nudillo de la mano. El primer hueso metacarpiano del pulgar es el más corto y el más móvil. No se localiza en el mismo plano que los otros, pero ocupa una posición más anterior. También rota medialmente en un ángulo recto, de modo que la superficie de su extensor se proyecta lateralmente en lugar de posteriormente.

Falanges

Las falanges (del griego *phalanx*, “columna militar”) son los huesos que forman los dedos de la mano (véanse figs. 3-9 y 3-10). Al igual que con los metacarpianos, cada uno tiene una base, un cuerpo (diáfisis) y una cabeza. El pulgar tiene dos falanges (proximal y distal), mientras que los demás dedos tienen tres falanges (proximal, media, distal). Por lo tanto, cada mano posee 14 falanges en total. La base de cada falange proximal se articula con la cabeza del hueso metacarpiano correspondiente. La base de la falange media o distal se articula con la cabeza de la siguiente falange más proximal. El cuerpo o diáfisis de cada falange distal es muy corto.

La cabeza de cada falange proximal y media se articula con la base de la siguiente falange más distal.

REGIONES DEL MIEMBRO SUPERIOR

El miembro superior se divide en hombro, brazo, codo, antebrazo, muñeca y mano. El **hombro** es una región compleja que conecta el tronco con el miembro superior y puede dividirse en tres partes: región pectoral, región escapular y axila. El **brazo** es el segmento proximal del miembro superior desde el hombro hasta el codo. En contraste, en el miembro inferior, la pierna es el segmento más

distal desde la rodilla hasta el tobillo. Recuerde: la ortografía *es importante* porque a veces una o dos letras pueden hacer una gran diferencia en la parte que se está describiendo (p. ej., “braquial” frente a “bronquial” frente a “branquial”). El **codo** es el área que conecta el brazo con el antebrazo. La **fosa cubital** es una depresión ubicada en la porción anterior del codo. El **antebrazo** constituye el segmento del miembro superior desde el codo hasta la muñeca. La **muñeca (carpo)** es un complejo de pequeños huesos que conectan el antebrazo y la mano. La **mano**, un órgano muy importante, se localiza en el extremo distal del miembro superior.

Región pectoral

La región pectoral es la cara anterior del hombro. Aunque esta área puede considerarse parte de la pared torácica anterior, son varias estructuras (p. ej., los músculos pectorales) que se conectan y funcionan en esta región como parte del miembro superior, uniendo así ambas áreas. La región pectoral también incluye la mama. La topografía general de la región pectoral se muestra en las figuras 3-11 a 3-13.

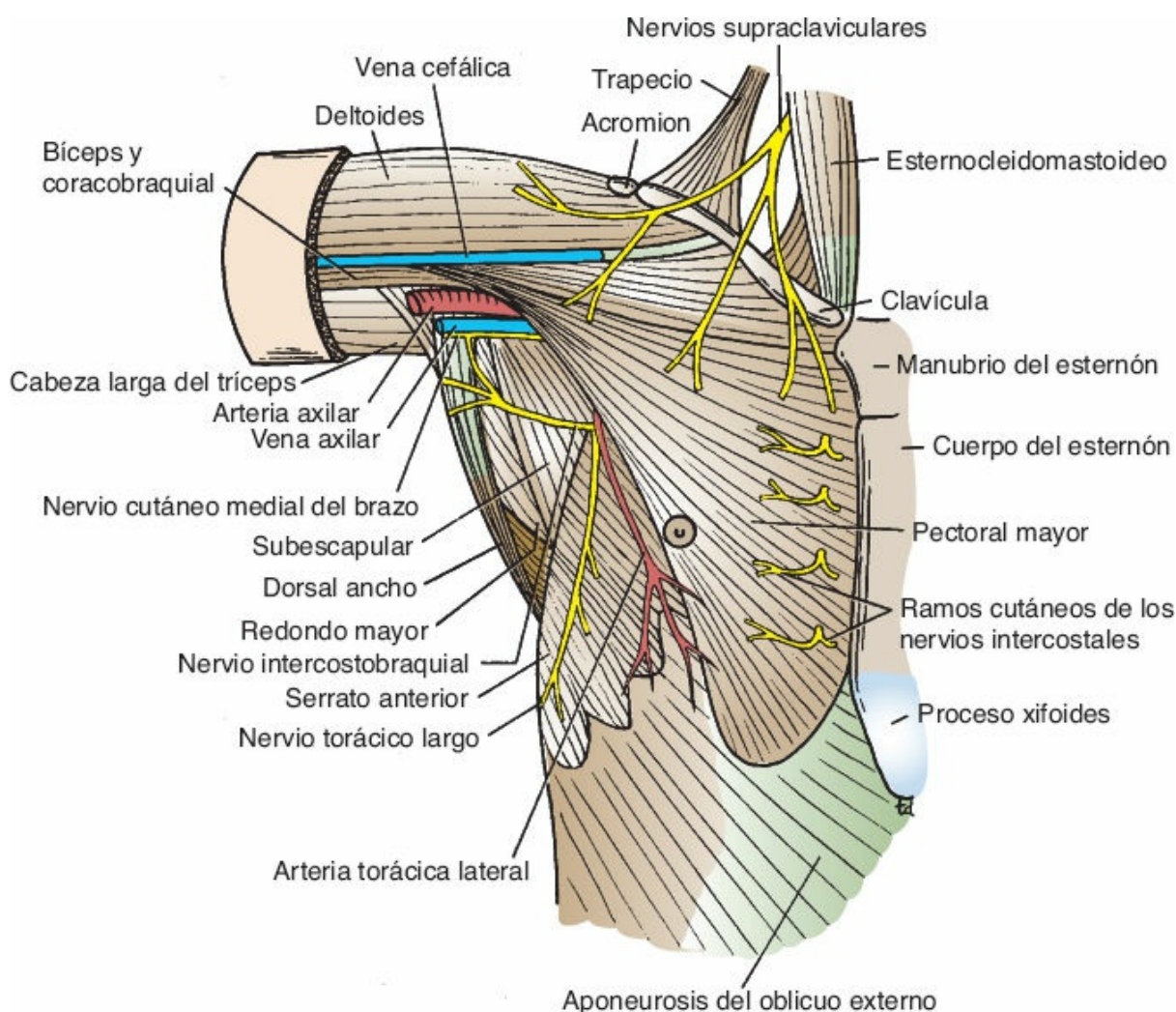


Figura 3-11 Región pectoral y axila.

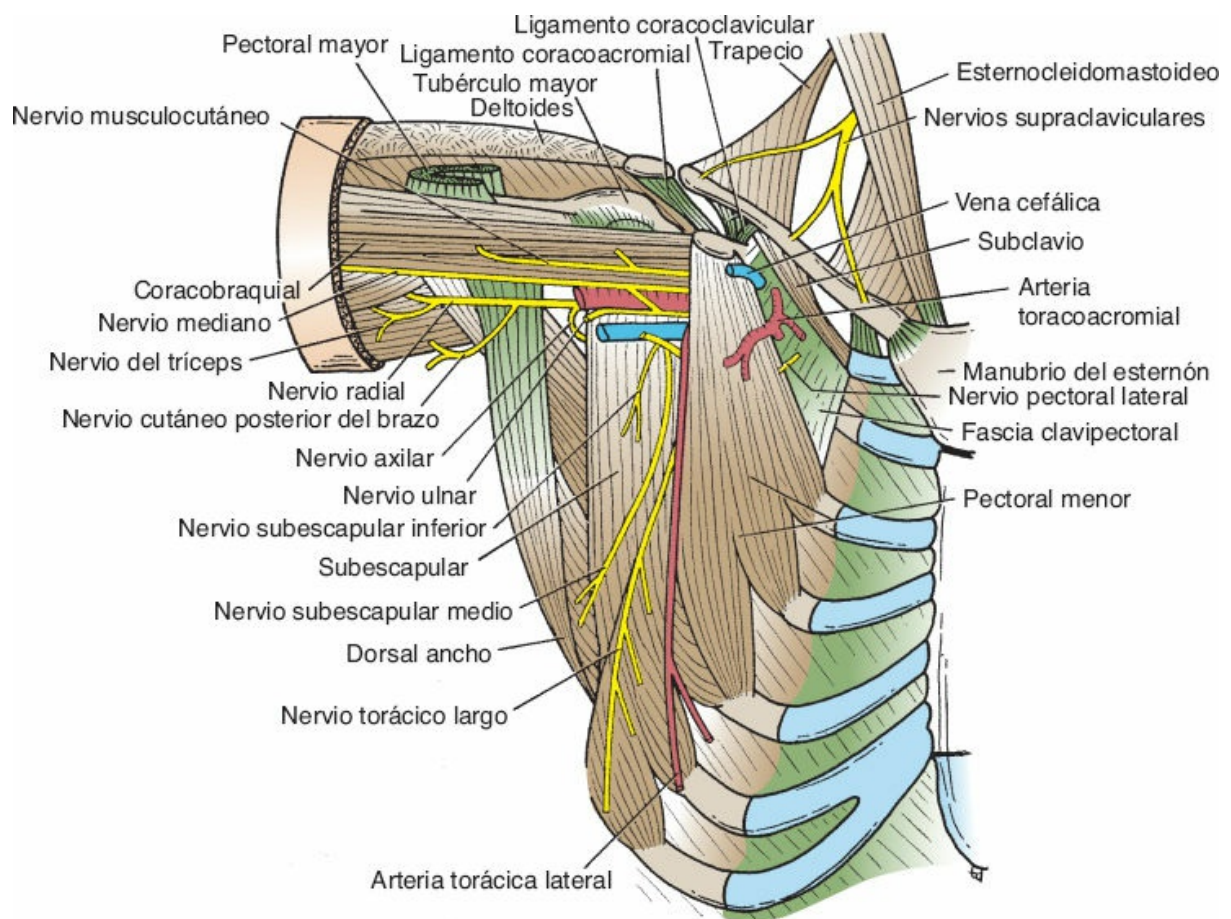


Figura 3-12 Región pectoral y axila; el músculo pectoral mayor se ha retirado para mostrar las estructuras subyacentes.

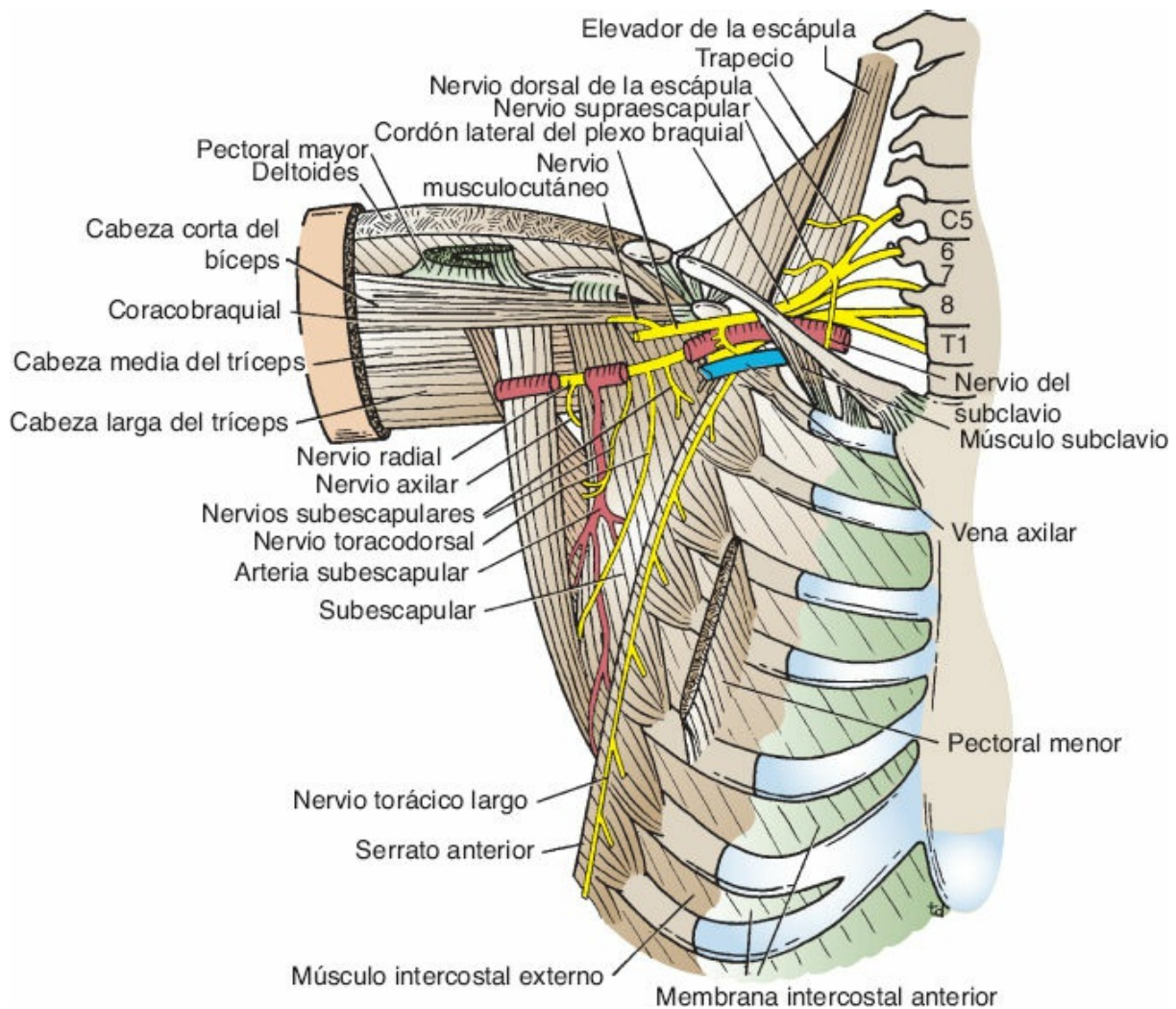


Figura 3-13 Región pectoral y axila; los músculos pectoral mayor y menor y la fascia clavipectoral se han retirado para mostrar las estructuras subyacentes.

Mamas

En sentido estricto, las mamas no son parte del miembro superior. Sin embargo, se localizan en la región pectoral, y su vascularización y drenaje linfático están íntimamente relacionadas con la axila. La relevancia clínica de las mamas no debe sobreestimarse.

Localización y descripción

Las *mamas* son glándulas accesorias especializadas de la piel que secretan leche. Tanto hombres como mujeres tienen mamas, y estas comparten una estructura similar cuando aún son inmaduras. Los pezones son pequeños y están rodeados por un área de piel pigmentada llamada **aréola** (fig. 3-14). El tejido mamario está formado por un sistema de conductos encerrados en el tejido conjuntivo que no se extiende más allá del margen de la aréola.

PUBERTAD

Durante la pubertad, el tamaño de las mamas crece gradualmente y adquieren su forma hemisférica por el efecto de las hormonas ováricas. Los conductos se

alargan, pero el aumento del tamaño de las glándulas se debe principalmente al incremento del depósito de grasa. La base de la mama se extiende de la 2.^a a la 6.^a costilla y desde el borde lateral del esternón hasta la línea medioaxilar. La mayor parte de la glándula se localiza en la fascia superficial. Una extensión de la glándula, llamada *proceso axilar* o *cola* (véase fig. 3-14C) continúa superolateralmente, perfora la fascia profunda en el borde inferior del músculo pectoral mayor y entra en la axila.

Cada mama tiene 15-20 **lóbulos**, que se irradian desde el pezón (véase fig. 3-14A). El conducto principal de cada lóbulo se abre por separado en la porción superior del pezón y tiene una porción dilatada, **ampolla**, justo antes de su terminación. La base del pezón está rodeada por la aréola. Las **glándulas areolares** subyacentes originan pequeños tubérculos en la aréola. Los lóbulos de la glándula están separados por tabiques fibrosos que sirven como **ligamentos suspensorios** (véase fig. 3-14B). Un espacio potencial lleno de tejido conjuntivo laxo, el *espacio retromamario*, yace profundo a la mama y superficial a los músculos pectorales subyacentes.

MUJERES JÓVENES

En mujeres jóvenes, las mamas tienden a sobresalir hacia adelante desde una base circular.

EMBARAZO

Temprano

En los primeros meses de embarazo, el sistema de conductos aumenta rápidamente en longitud y se ramifica (fig. 3-15). Se desarrollan los alvéolos secretores en los extremos de los conductos más pequeños, y van llenando el tejido conjuntivo a medida que se forman y expanden. La vascularización del tejido conjuntivo también aumenta para proporcionar una nutrición adecuada a la glándula en desarrollo. El tamaño del pezón aumenta, y la aréola se vuelve más oscura y se ensancha como resultado del aumento de los depósitos de pigmento de melanina en la epidermis. Las glándulas areolares se agrandan y se vuelven más activas.

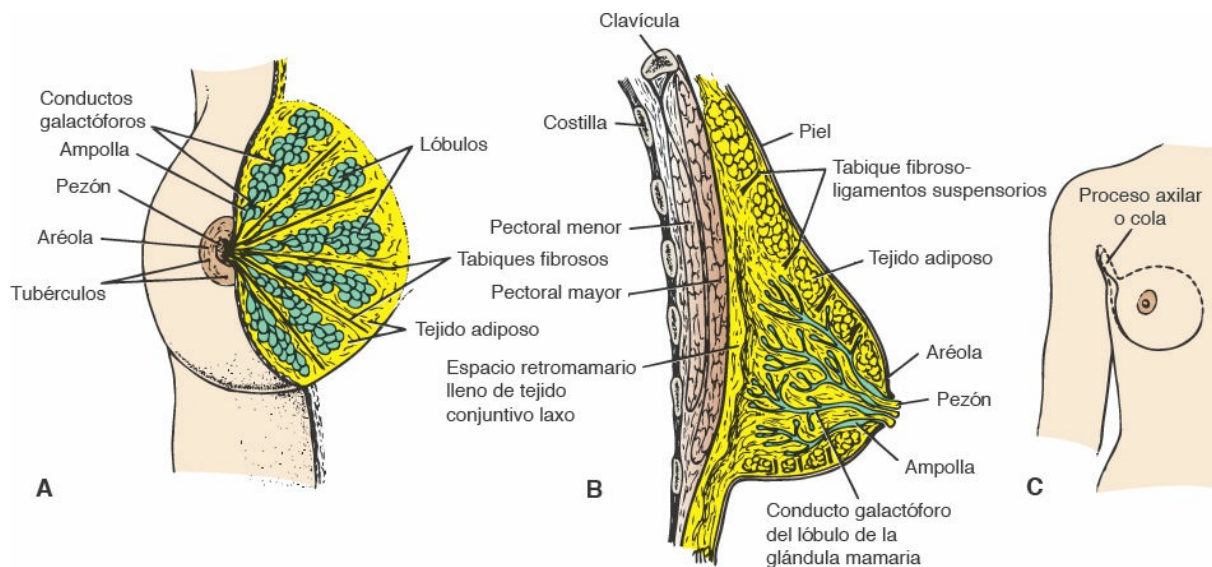


Figura 3-14 Mama madura en la mujer. **A.** Vista anterior con la piel parcialmente retirada para mostrar la estructura interna. **B.** Sección sagital. **C.** Proceso axilar o cola, que perfora la fascia profunda y se extiende hacia la axila.

Tardío

Durante la segunda mitad del embarazo, el proceso de crecimiento se ralentiza. Sin embargo, las mamas siguen creciendo, principalmente debido a la distensión de los alvéolos secretores con la secreción de un líquido denominado **calostro**.

Posdestete

Las mamas vuelven a su estado inactivo después de la lactancia. La leche remanente se absorbe; el tamaño de los alvéolos secretores se reduce, y la mayoría desaparece. El tejido conjuntivo interlobular se hace más denso. El tamaño de las mamas y los pezones se reduce y retoman prácticamente su tamaño original. La pigmentación de la aréola desaparece, pero el área nunca se aclara hasta su color original.

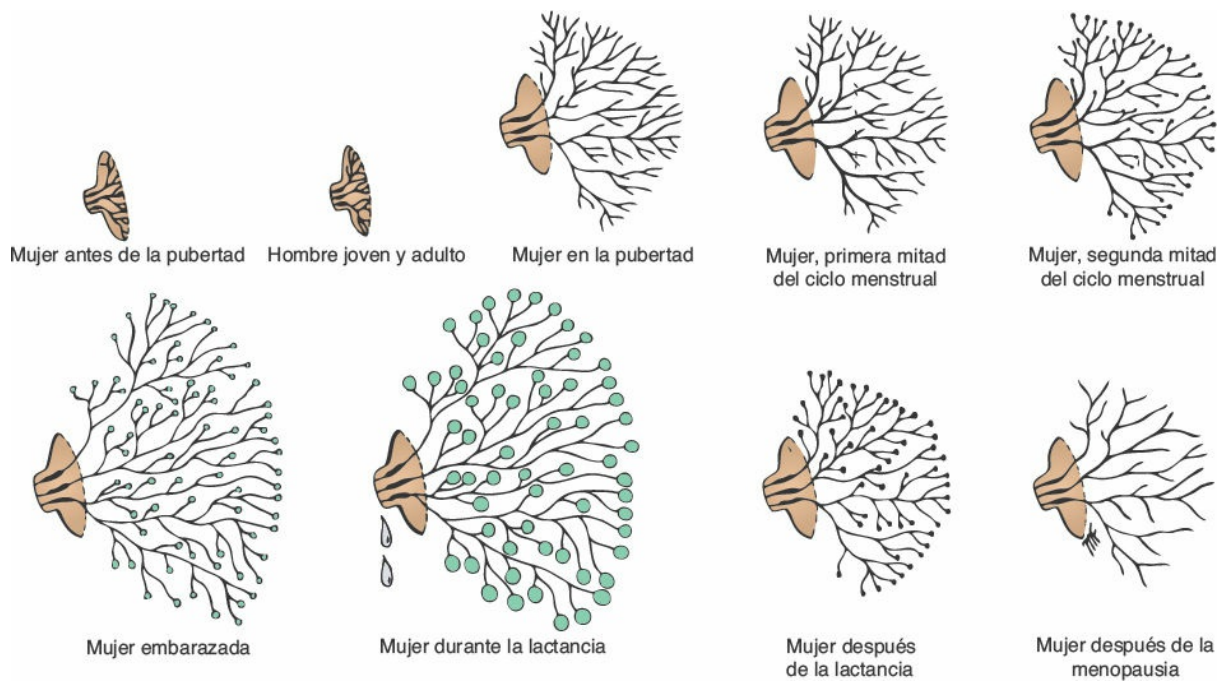


Figura 3-15 Extensión del desarrollo de los conductos y alvéolos secretores en las mamas en ambos sexos en diferentes etapas de actividad.

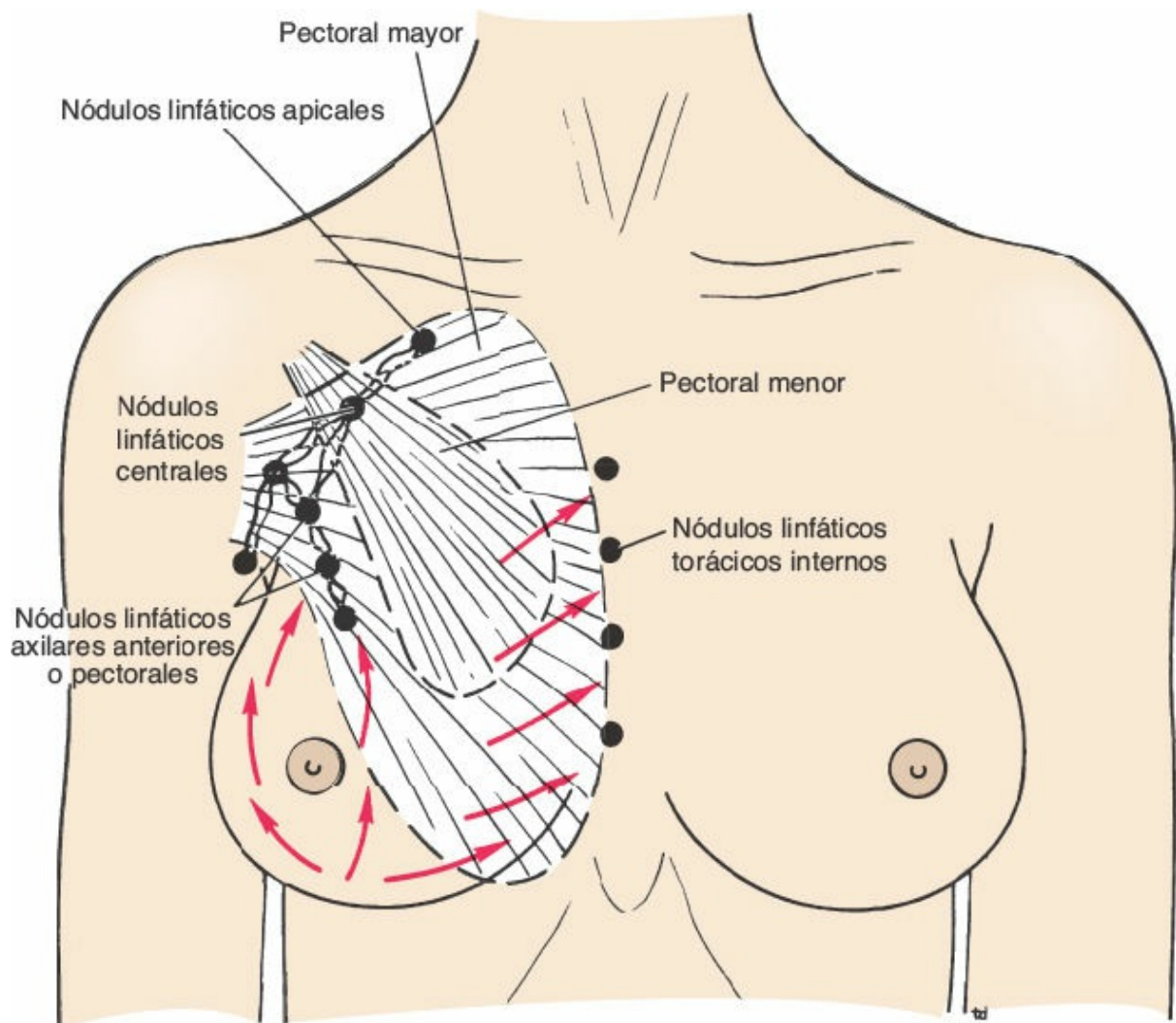


Figura 3-16 Drenaje linfático de la mama.

POSMENOPAUSIA

Después de la menopausia, la mama se atrofia (véase [fig. 3-15](#)). La mayoría de los alvéolos secretores desaparecen, dejando atrás los conductos. La cantidad de tejido adiposo puede aumentar o disminuir. Las mamas tienden a disminuir de tamaño y se vuelven más colgantes. La atrofia después de la menopausia se debe a la ausencia de estrógenos y progesterona ováricos.

Vascularización

La irrigación de las mamas procede de las ramas perforantes de la arteria torácica interna y las arterias intercostales. La arteria axilar también irriga la glándula a través de sus ramas torácica lateral y toracoacromial. Las venas se corresponden con las arterias.

Drenaje linfático

El drenaje linfático de la glándula mamaria tiene gran relevancia clínica debido al frecuente desarrollo de cáncer en la glándula y la posterior diseminación de las células malignas hacia los nódulos linfáticos a través de los vasos linfáticos.

Los cuadrantes laterales de la mama drenan en el grupo nodular axilar o pectoral anterior ([fig. 3-16](#)) (localizado justo posterior al borde inferior del músculo pectoral mayor). Los cuadrantes mediales drenan a través de los vasos que perforan los espacios intercostales y entran en el grupo nodular torácico interno (ubicado en el interior de la cavidad torácica a lo largo del trayecto de la arteria torácica interna). Una cantidad pequeña de vasos linfáticos siguen las arterias intercostales posteriores y drenan posteriormente en los nódulos intercostales posteriores (localizados a lo largo del trayecto de las arterias intercostales posteriores); algunos vasos se comunican con los vasos linfáticos de la mama opuesta y con los de la pared anterior del abdomen.



Notas clínicas

Leche de bruja en recién nacidos

Cuando el feto está en el útero, las hormonas maternas y placentarias atraviesan la barrera placentaria y originan la proliferación del epitelio del conducto y el tejido conjuntivo circundante. Esta proliferación puede inflamar las glándulas mamarias en ambos sexos durante la primera semana de vida. En algunos recién nacidos puede aparecer la denominada “**leche de bruja**”, término que describe la secreción temporal de un líquido lechoso por los pezones. La afección se resuelve espontáneamente a medida que las concentraciones de hormonas maternas se reducen.



Notas clínicas

Exploración mamaria

La mama es una de las localizaciones más frecuentes de cáncer en las mujeres. También es el lugar de diferentes tipos de tumores benignos y puede estar sujeta a inflamación aguda y formación de abscesos. Por todo ello, el personal médico debe conocer el desarrollo, la estructura y el drenaje linfático de este órgano.

Con la paciente desvestida hasta la cintura y sentada en posición vertical, primero se inspeccionan las mamas para evaluar la simetría. Es importante destacar que es habitual encontrar cierto grado de asimetría, resultado de un desarrollo desigual de las mamas. Cualquier hinchazón o tumoración, que puede deberse a un tumor subyacente, un quiste o la formación de un absceso, debe documentarse. Deben examinarse cuidadosamente los pezones en busca de signos de retracción, dado que un carcinoma dentro de la sustancia mamaria puede causar la retracción del pezón al traccionar los conductos galactóforos. Después, debe solicitarse a la paciente que se estire para poder palpar las mamas contra la pared torácica subyacente. Por último, se le solicita a la paciente que se siente nuevamente y levante ambos brazos sobre la cabeza. Con esta maniobra puede detectarse un posible carcinoma fijado a la piel, los ligamentos suspensorios o los conductos galactóforos, pues produce hoyuelos en la piel o retracción del pezón.

Mamografía

La mamografía es un estudio radiográfico de la mama (fig. 3-17). Esta técnica se utiliza ampliamente para detectar tumores benignos y malignos, así como quistes. Se emplean dosis extremadamente bajas de rayos X para que los riesgos sean mínimos y el examen pueda repetirse con frecuencia. Su éxito se basa en el hecho de que permite detectar una lesión que mide pocos milímetros de diámetro mucho antes de que pueda detectarse en la exploración clínica.

Pezones supernumerarios (accesorios) y retraídos

En ocasiones pueden aparecer pezones supernumerarios (accesorios) en cualquier punto de la línea que va desde la axila hasta la ingle; pueden estar o no asociados con tejido mamario (*véanse las Notas embriológicas* a continuación). Esta anomalía congénita menor puede llevar a un diagnóstico erróneo de verrugas o lunares. Un pezón retraído de larga duración es una deformación congénita causada por un fallo en el desarrollo completo del pezón. Un pezón retraído de reciente aparición suele deberse a la presencia de un carcinoma subyacente que tira de los conductos galactóforos.

Relevancia de los tabiques fibrosos

El interior de la mama se divide en 15-20 compartimentos que se irradian desde el pezón a través de tabiques fibrosos (ligamentos suspensorios) que se extienden desde la superficie profunda de la piel. Cada compartimento contiene un lóbulo de la glándula. En condiciones normales, la piel sobre la sustancia mamaria es completamente móvil. Sin embargo, la presencia de carcinomas escirrosos u otras enfermedades, como abscesos mamarios, pueden ejercer tracción sobre los tabiques fibrosos y producir hoyuelos en la piel.

Abscesos mamarios

Durante la lactancia, puede producirse una infección aguda de la glándula mamaria. Las bacterias patógenas entran en el tejido mamario a través de una grieta en el pezón. Debido a la presencia de los tabiques fibrosos, inicialmente la infección permanece localizada en un compartimento o lóbulo. Los abscesos deben drenarse mediante una incisión radial para evitar la propagación de la infección a los compartimentos adyacentes; la incisión radial también minimiza el daño a los conductos dispuestos radialmente.

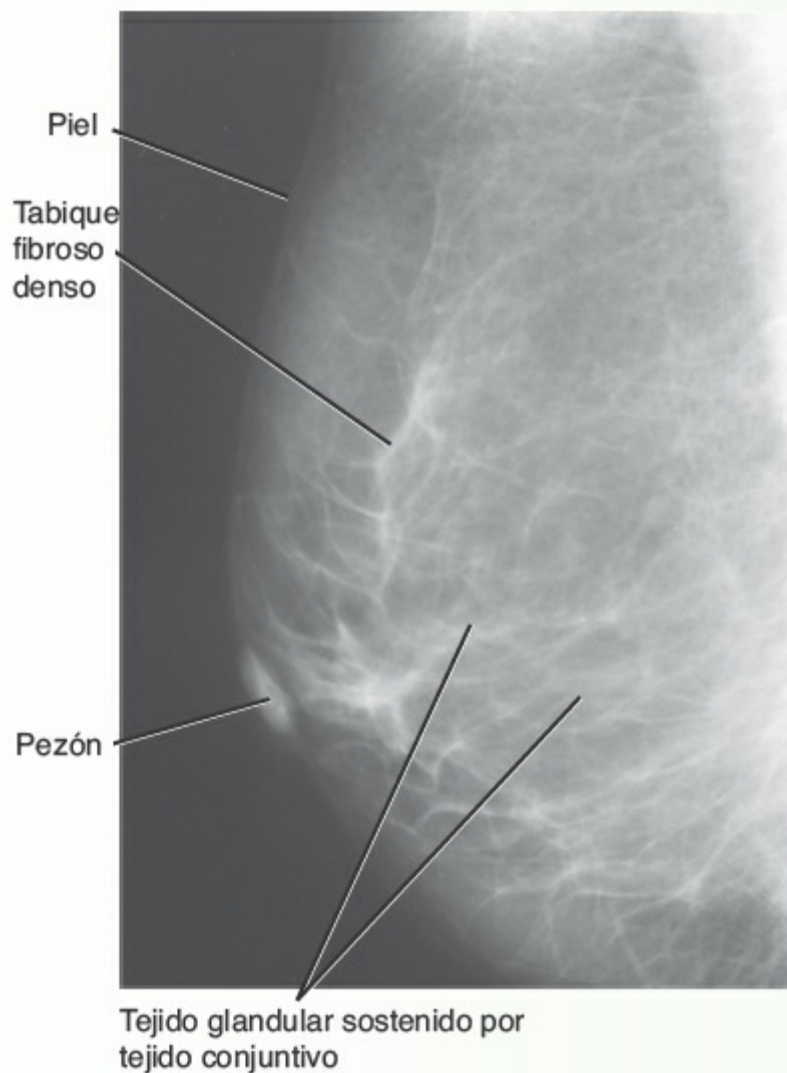


Figura 3-17 Mamografía mediolateral que muestra el tejido glandular rodeado por los tabiques de tejido conjuntivo.

Drenaje linfático y carcinoma de mama

El conocimiento del drenaje linfático de la mama es esencial para comprender la propagación del cáncer desde dicho órgano. Los vasos linfáticos de los cuadrantes mediales de la mama perforan los espacios intercostales segundo, tercero y cuarto y entran en el tórax para drenar en los nódulos linfáticos a lo largo de la arteria torácica interna. Los vasos linfáticos de los cuadrantes laterales de la mama drenan en el grupo anterior o pectoral de los nódulos axilares. Por lo tanto, un cáncer en los cuadrantes laterales de la mama tiende a diseminarse hacia los nódulos axilares. Las metástasis torácicas son difíciles o imposibles de tratar, pero los nódulos linfáticos de la axila pueden extirparse quirúrgicamente.

Casi el 60% de los carcinomas de mama aparecen en el cuadrante lateral superior. La diseminación linfática del cáncer a la mama opuesta, la cavidad abdominal o los nódulos linfáticos en la raíz del cuello se debe a la obstrucción de las vías linfáticas normales por parte de las células malignas o por la destrucción de los vasos linfáticos por cirugía o radioterapia. Las células cancerosas se propagan a lo largo de los vasos linfáticos y siguen la corriente linfática. La entrada de células cancerosas en los vasos sanguíneos explica las metástasis en huesos distantes.

En pacientes con cáncer de mama localizado, la mayoría de los cirujanos realizan una mastectomía simple o una tumorectomía, seguida de radioterapia a los nódulos linfáticos axilares y/o terapia hormonal. En pacientes con cáncer de mama localizado con metástasis tempranas en los nódulos linfáticos axilares, la mayor parte de los expertos concuerdan que la mastectomía radical es

la que ofrece mayores probabilidades de curación. En pacientes cuya enfermedad ya se ha diseminado más allá de estas áreas (p. ej., tórax), la mastectomía simple seguida de radioterapia o terapia hormonal es el tratamiento de elección.

La mastectomía radical está diseñada para extirpar el tumor primario y los vasos linfáticos y los nódulos que drenan el área. Así, se extirpan en bloque la mama y las estructuras asociadas que contienen los vasos y los nódulos linfáticos. Por lo tanto, la masa extirpada se compone de lo siguiente: una gran área de piel que cubre el tumor e incluye el pezón; todo el tejido mamario; la fascia pectoral mayor y asociada a través de la cual los vasos linfáticos pasan a los nódulos torácicos internos; la fascia pectoral menor y asociada con los vasos linfáticos que pasan a la axila; toda la grasa, fascia y nódulos linfáticos en la axila; y la fascia que cubre la porción superior de la vaina del recto, el serrato anterior, el subescapular y el músculo dorsal ancho. Se conservan los vasos sanguíneos axilares, el plexo braquial y los nervios del serrato anterior y del dorsal ancho. Después de esta radical resección de los vasos linfáticos que drenan el miembro superior, es probable que se produzca cierto grado de edema postoperatorio del brazo.

Existe una forma modificada de mastectomía radical, también frecuente, para pacientes con cáncer clínicamente localizado. Consiste en una mastectomía simple en la que se dejan intactos los músculos pectorales. Se extirpan los nódulos linfáticos axilares, la grasa y la fascia. Este procedimiento extirpa el tumor primario y permite el estudio patológico de los nódulos linfáticos para detectar posibles metástasis.

Cáncer de mama en el hombre

El carcinoma en la mama masculina representa el 1% de todos los cánceres de mama, por lo que se tiende a pasar por alto en el examen de pacientes varones. Dado que la cantidad de tejido mamario en el hombre es pequeña, el tumor suele poder palparse con la parte plana de la mano examinadora. Sin embargo, el pronóstico es relativamente malo, porque las células del carcinoma pueden metastatizar rápidamente hacia el tórax a través de la pequeña cantidad de tejido afectado.

Región escapular

La región escapular constituye la cara posterior del hombro. Aunque esta área se puede considerar parte de la pared torácica posterior o espalda, varias estructuras aquí (p. ej., los músculos trapecio y dorsal ancho) se conectan y funcionan como parte del miembro superior, uniendo así ambas áreas.

Estructuras musculoesqueléticas y neurovasculares

Los huesos subyacentes de la espalda se presentan en la [figura 3-18](#) y se describen en detalle en el [capítulo 2 \(Espalda\)](#). Los detalles de la escápula se describieron antes en este capítulo. La topografía general de la región escapular se muestra en las [figuras 3-19 y 3-20](#).



Notas embriológicas

Desarrollo de la mama

En las primeras etapas del embrión, aparece un engrosamiento lineal del ectodermo denominado **cresta mamaria**, que se extiende oblicuamente desde la axila hasta la región inguinal. En los animales, a lo largo de esta cresta se forman varias glándulas mamarias. En el ser humano, la cresta desaparece excepto en una pequeña parte en la región pectoral. Esta área localizada se vuelve densa, desciende ligeramente y da origen a 15 a 20 cordones, que crecen en el mesénquima subyacente. Mientras, el mesénquima subyacente prolifera y el engrosamiento ectodérmico invaginado se eleva para formar el pezón. En el quinto mes, laaréola se reconoce como un área circular pigmentada de

la piel alrededor del futuro pezón.

Politelia

A veces aparecen pezones supernumerarios a lo largo de una línea que corresponde a la posición de la cresta mamaria. Se pueden confundir con lunares.

Pezón retraído o invertido

El pezón retraído aparece por un fallo en el desarrollo del pezón durante sus últimas etapas. Clínicamente es relevante porque no puede llevarse a cabo la lactancia normal y el pezón es propenso a infecciones (*véanse también las Notas clínicas*).

Micromastia

A veces las mamas son excesivamente pequeñas en un lado, como resultado de la falta de desarrollo.

Macromastia

En niñas sanas durante la pubertad, en ocasiones se produce hipertrofia difusa de una o ambas mamas.

Ginecomastia

A veces se produce un agrandamiento unilateral o bilateral de la mama masculina, en general en la pubertad. Se desconoce la causa, pero la alteración probablemente esté relacionada con algún tipo de desequilibrio hormonal.

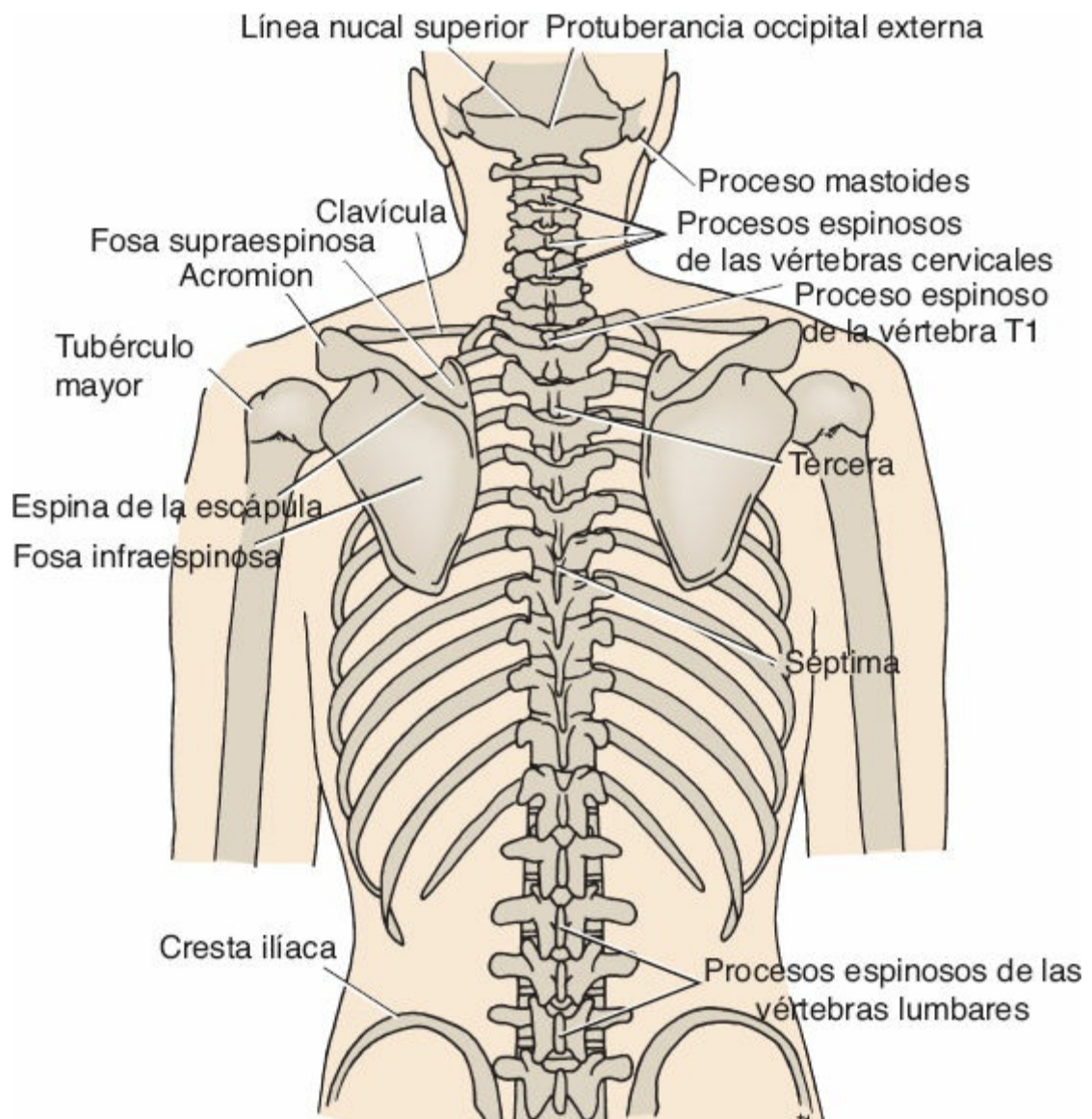


Figura 3-18 Huesos de la espalda.

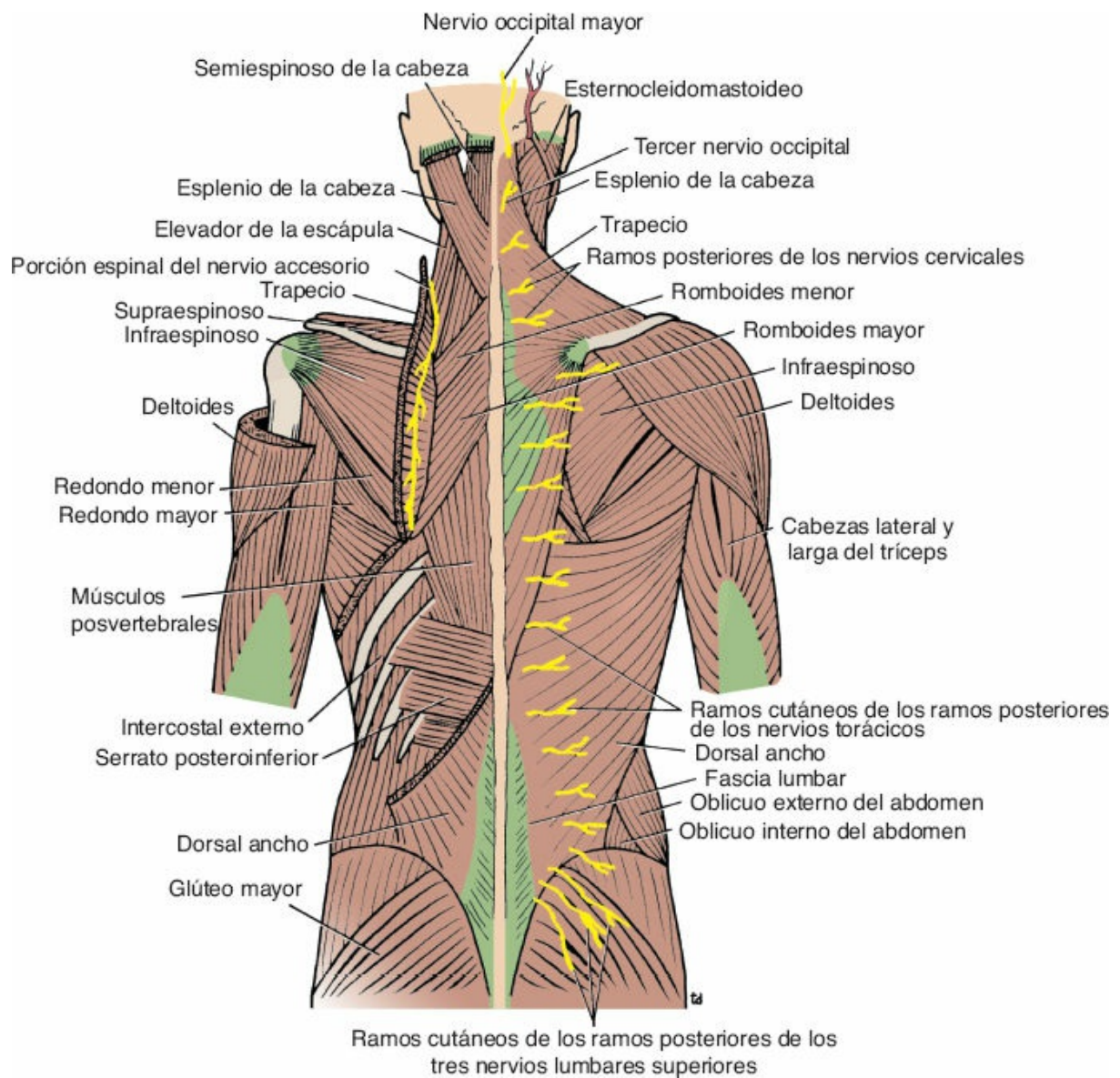


Figura 3-19 Músculos superficiales y profundos de la espalda.

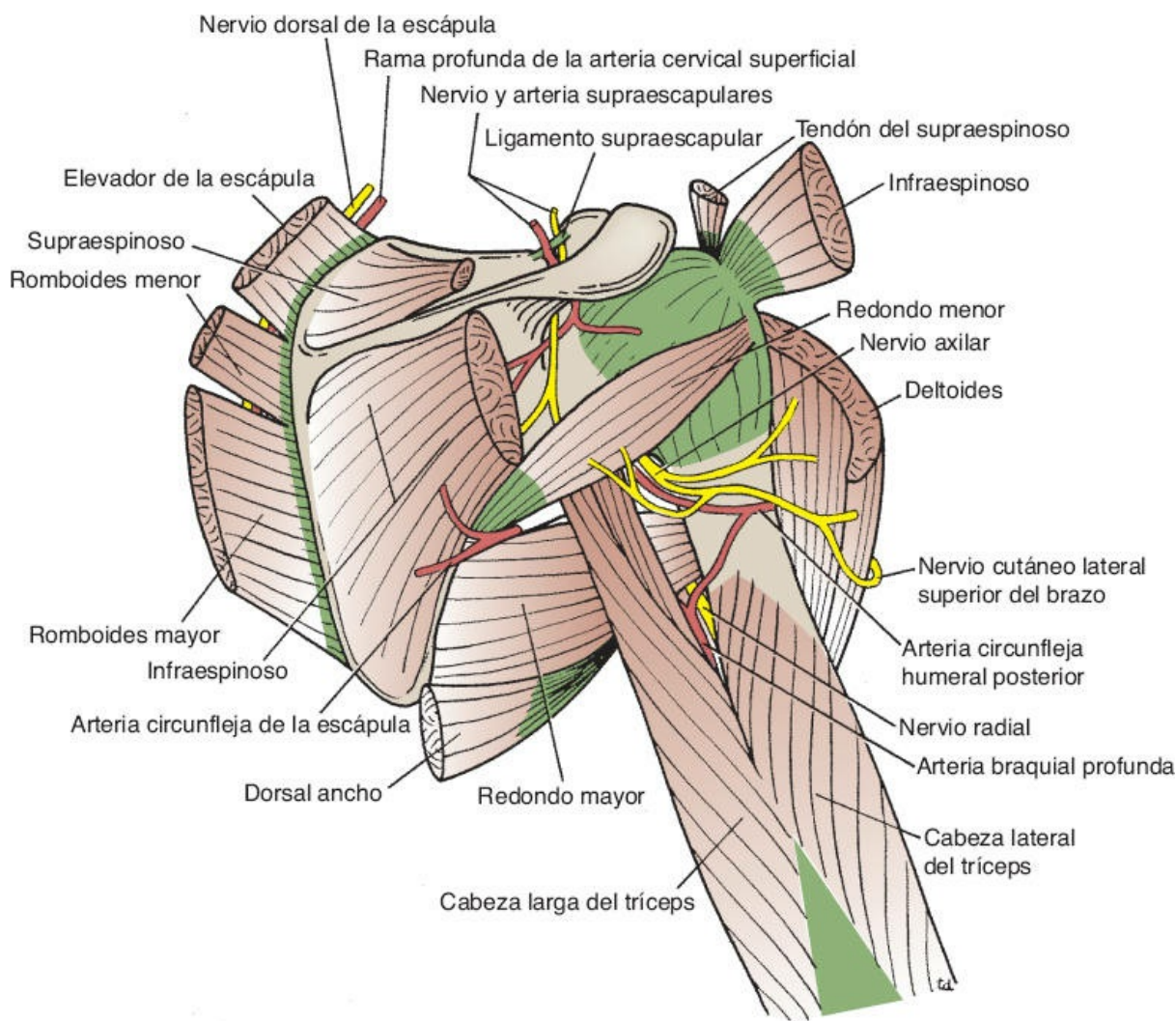


Figura 3-20 Músculos, nervios y vasos sanguíneos de la región escapular. Obsérvese la estrecha relación del nervio axilar con la articulación del hombro.

Espacio cuadrangular

El espacio cuadrangular es un espacio intermuscular localizado inmediatamente inferior a articulación glenohumeral (hombro) (véase [fig. 3-20](#)). Está limitado superiormente por los músculos subescapular y redondo menor y la cápsula de la articulación del hombro, e inferiormente por el músculo redondo mayor. Está limitado medialmente por la cabeza larga del tríceps y lateralmente por el cuello quirúrgico del húmero. La relevancia del espacio cuadrangular reside en que el nervio axilar y los vasos humerales circunflejos posteriores salen a través de este espacio para alcanzar sus destinos finales en el hombro.

Axila

La axila es un espacio piramidal entre la porción superior del brazo y el tórax ([fig. 3-21](#)). Forma una vía de paso importante para nervios, vasos sanguíneos y conductos linfáticos que viajan desde la raíz del cuello hasta el miembro superior. El extremo superior de la axila, o **vértice**, se dirige hacia la raíz del

cuello y está limitado por la clavícula anteriormente, por el borde superior de la escápula posteriormente, y medialmente por el borde externo de la 1.^a costilla. El extremo inferior, o **base**, está limitado anteriormente por el **pliegue axilar anterior** (formado por el borde inferior del músculo pectoral mayor), posteriormente por el **pliegue axilar posterior** (formado por los tendones del músculo dorsal ancho y redondo mayor) y medialmente por la pared torácica.

Paredes de la axila

Las cuatro paredes de la axila están formadas de la siguiente manera:

- **Pared anterior.** Músculos pectoral mayor, subclavio y pectoral menor ([fig. 3-22](#); véanse también [figs. 3-11 a 3-13](#)).
- **Pared posterior.** Músculos subescapular, dorsal ancho y redondo mayor ([fig. 3-23](#); véanse [figs. 3-11 a 3-13](#) y [3-22](#)).
- **Pared medial.** Cuatro o cinco costillas superiores y los espacios intercostales cubiertos por el músculo serrato anterior (véanse [figs. 3-11 a 3-13](#), [3-22](#) y [3-23](#)).
- **Pared lateral.** Músculos coracobraquial y bíceps braquial en el surco bicipital del húmero (véanse [figs. 3-12](#), [3-13](#), [3-22](#) y [3-23](#)).

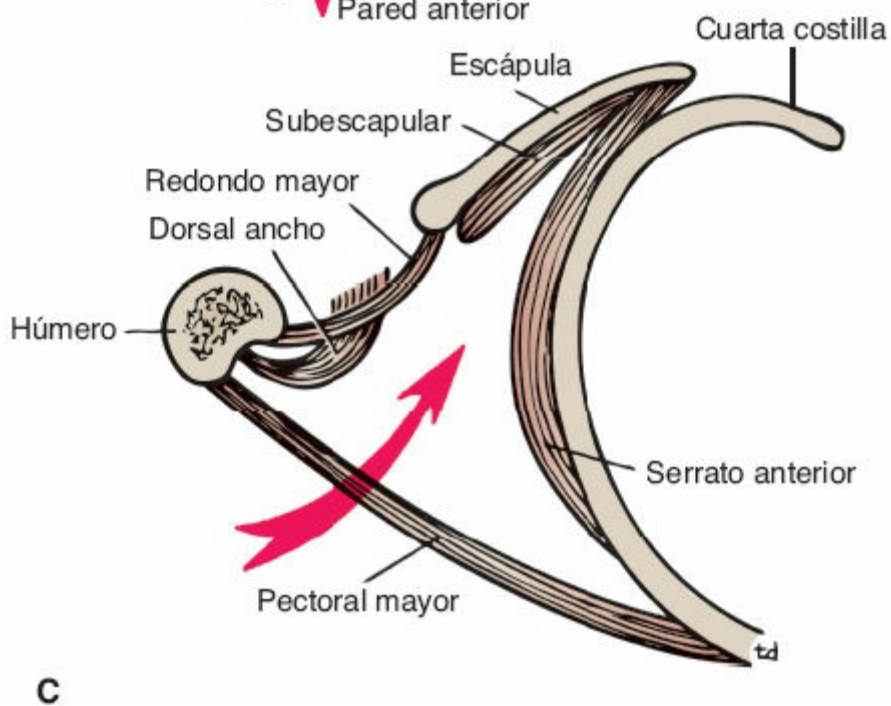
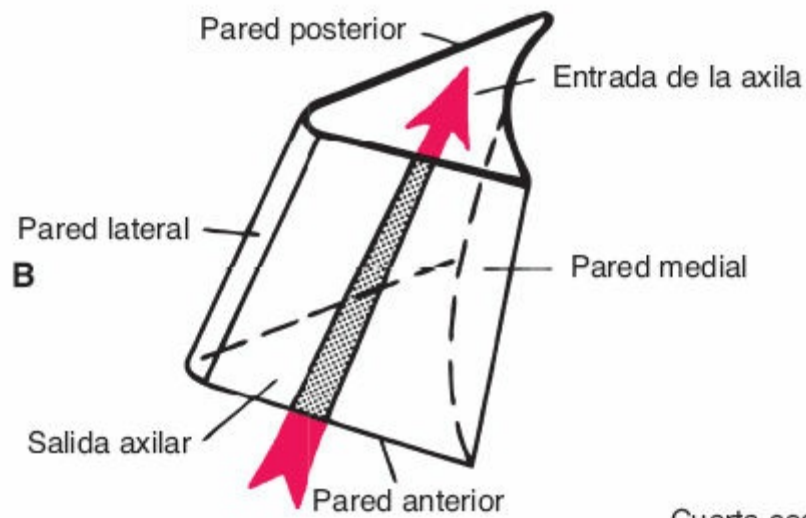
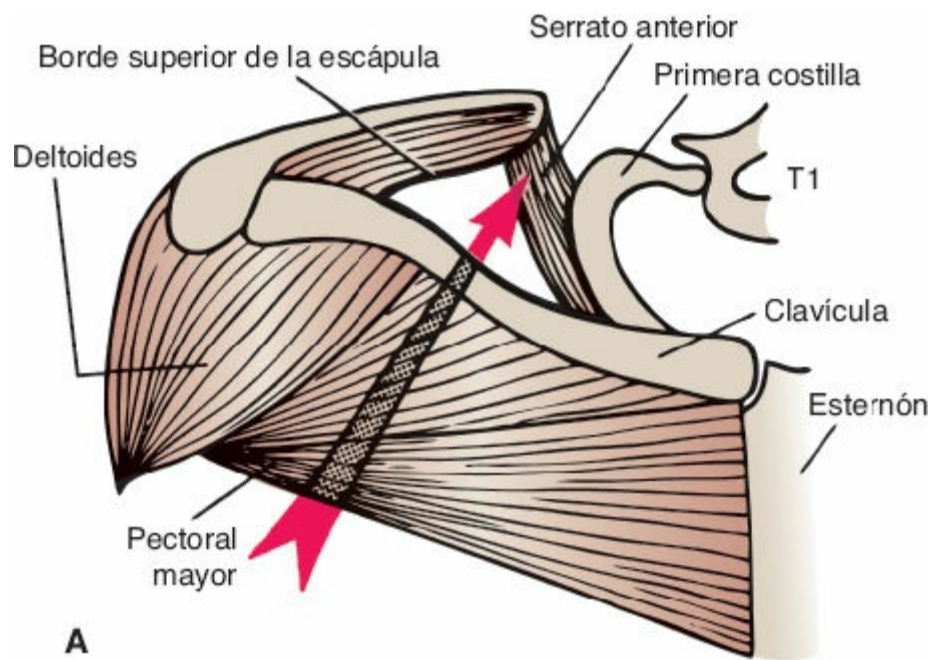


Figura 3-21 Axila derecha. **A.** Vista superior de la entrada axilar. **B.** Paredes de la axila. **C.** Salida axilar.

La piel que se extiende entre las paredes anterior y posterior forma la base de la axila (véase [fig. 3-22](#)). Los detalles de los músculos que forman las paredes de la axila se resumen más adelante en este capítulo en las tablas [3-3](#) a [3-5](#).

La axila contiene la arteria axilar y sus ramas, que irrigan el miembro superior; la vena axilar y sus tributarias, que drenan la sangre del miembro superior; y los vasos y nódulos linfáticos, que drenan la linfa desde el miembro superior, la mama y la piel del tronco hasta el nivel del ombligo. El plexo braquial, una red nerviosa importante que inerva el miembro superior, se localiza entre estas estructuras. Todos los contenidos de la axila están incluidos en una matriz de grasa.

Pectoral menor

El pectoral menor es un músculo triangular delgado que se localiza profundo al pectoral mayor (véase [fig. 3-12](#)). Emerge de la 3.^a, 4.^a y 5.^a costillas y se extiende superolateralmente para insertarse en el proceso coracoides de la escápula. Así, cruza la axila y divide el área en tres subregiones (proximal, profunda y distal al músculo) que son útiles para describir el trayecto de la arteria axilar y el drenaje linfático del área (véanse las descripciones de la arteria axilar y el drenaje linfático a continuación).

Fascia clavipectoral

La fascia clavipectoral es una resistente lámina de tejido conjuntivo que se halla inmediatamente profunda al músculo pectoral mayor (véanse [figs. 3-12](#) y [3-22](#)). Superiormente, se inserta en la clavícula. Inferiormente, se divide y rodea los músculos subclavio y pectoral menor y luego continúa inferiormente como **ligamento suspensorio de la axila** y se une al suelo fascial de la axila. El nervio pectoral lateral, la vena cefálica, las ramas de la arteria toracoacromial y los conductos linfáticos de los nódulos linfáticos infraclaviculares perforan la fascia clavipectoral para hacer sus conexiones superficiales-profundas.

Brazo

El brazo es el segmento proximal del miembro superior, que se extiende desde el hombro hasta el codo.

Compartimentos osteofasciales

El brazo está rodeado por una vaina de fascia profunda ([fig. 3-24](#); véase también [cap. 1, Introducción](#)). Dos tabiques intermusculares fasciales, medial y lateral, se extienden hacia el interior desde esta vaina y se insertan en las crestas supracondíleas medial y lateral del húmero, respectivamente. Así, la parte superior del brazo se divide en dos compartimentos osteofasciales anterior y

posterior, cada uno con un conjunto de músculos, nervios y arterias (figs. 3-25 a 3-27; véanse también fig. 3-24 y tabla 3-1 [p. 110]). Además, estas y otras estructuras pasan a través de cada compartimento en su trayecto hacia áreas más distales.

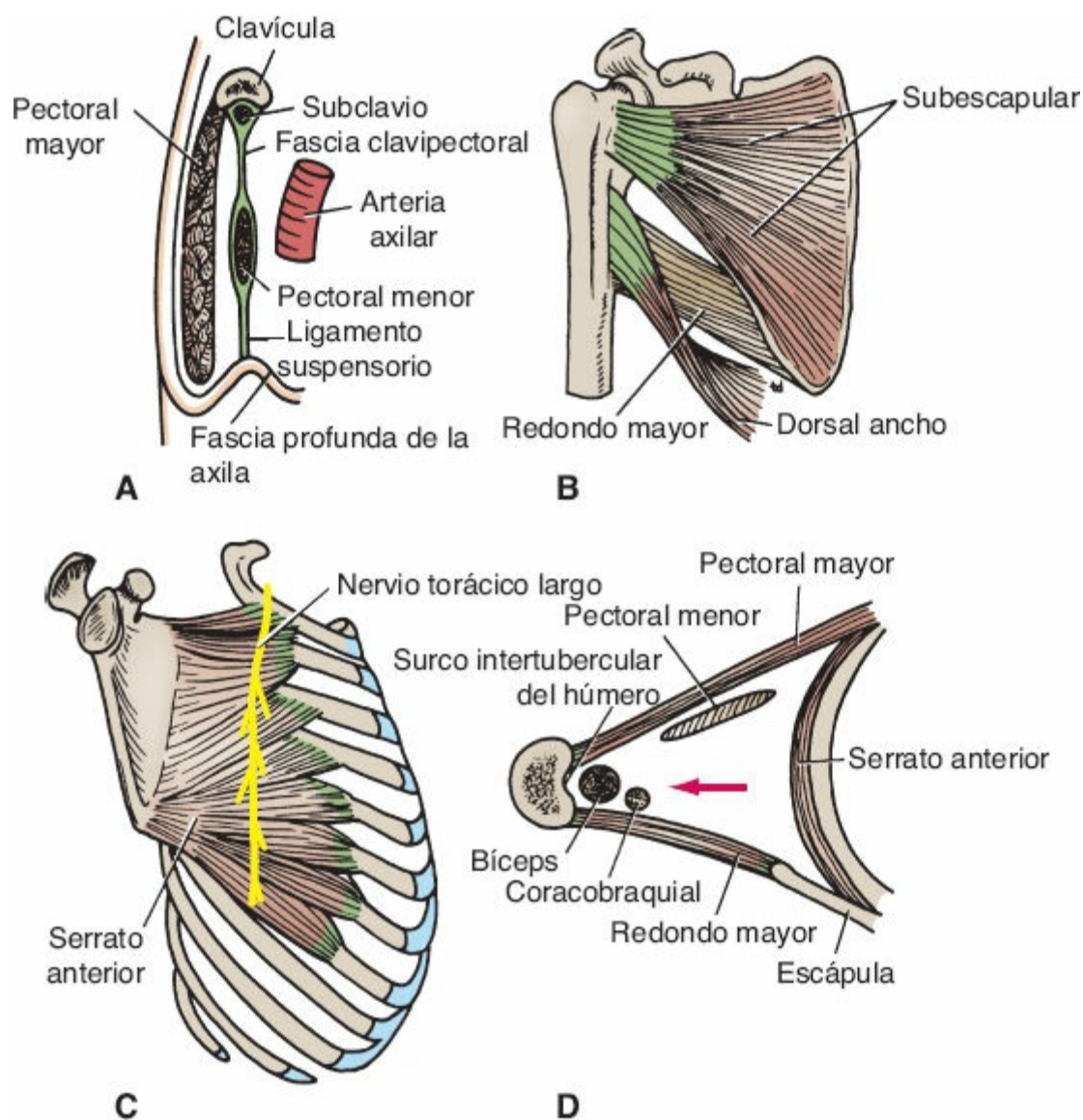


Figura 3-22 Estructuras que forman las paredes de la axila. La *flecha roja* indica la pared lateral. **A.** Pared anterior. **B.** Pared posterior. **C.** Pared medial. **D.** Pared lateral.

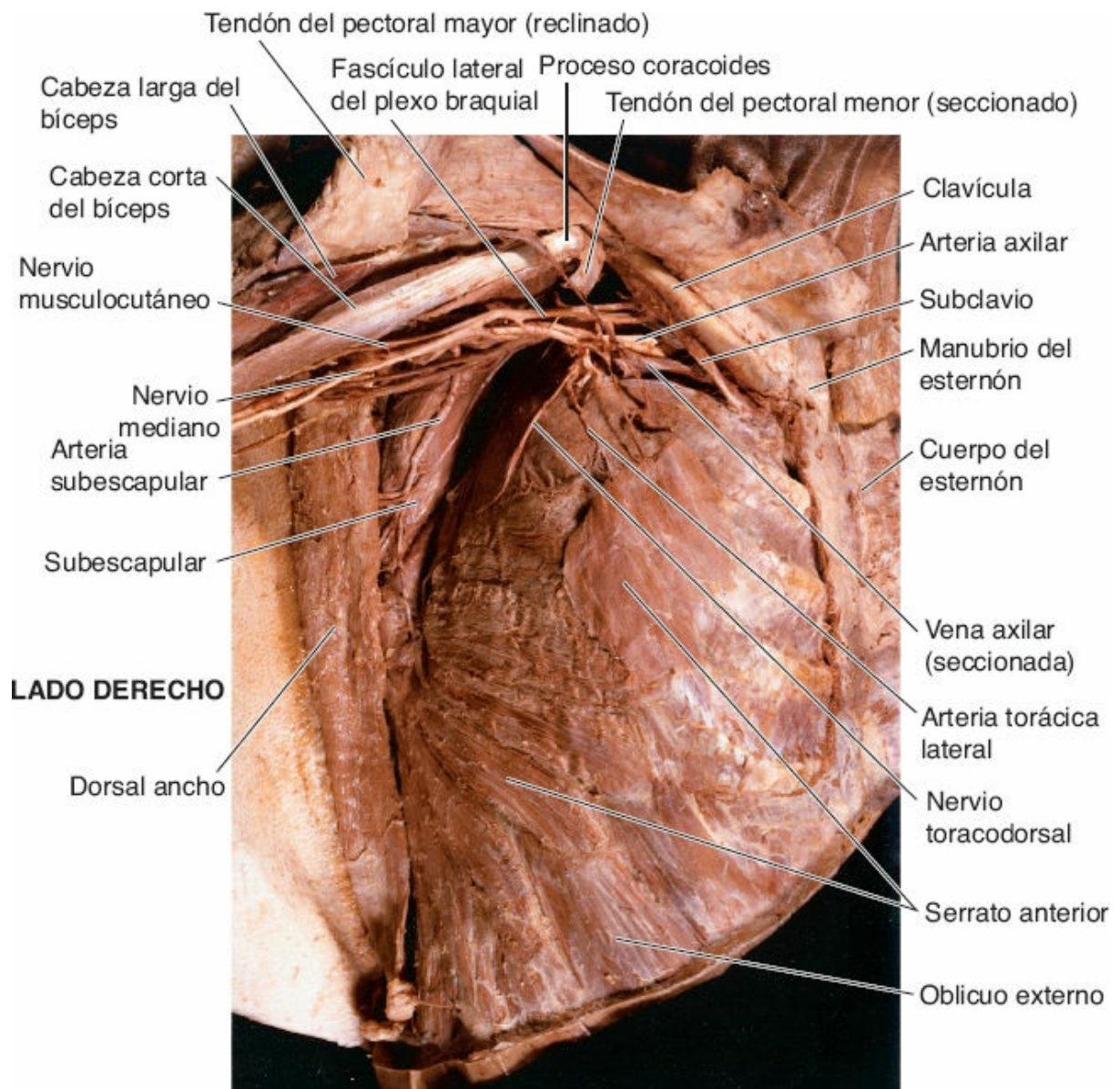


Figura 3-23 Disección de la axila derecha. Los músculos pectoral mayor y menor y la fascia clavipectoral se han retirado para mostrar las estructuras subyacentes.

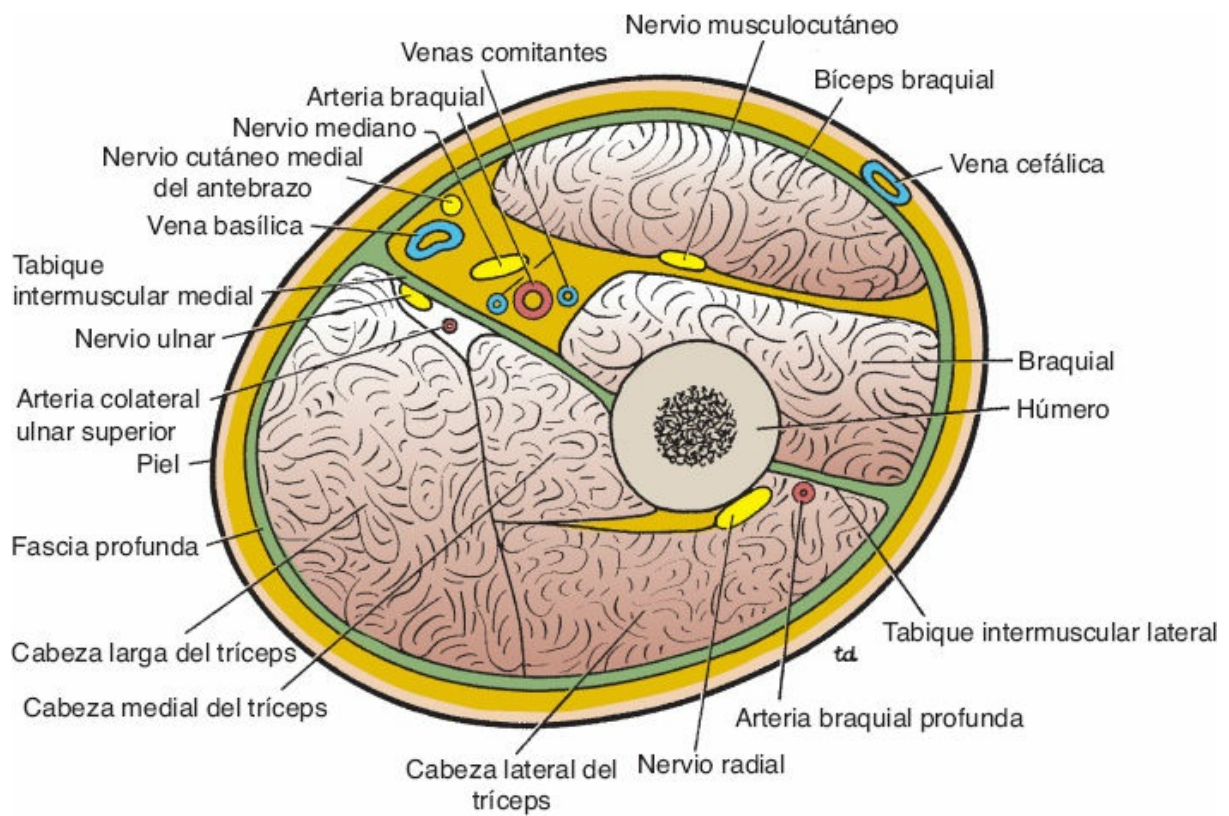


Figura 3-24 Sección transversal de la parte superior del brazo, inmediatamente inferior al nivel de inserción del músculo deltoides. Obsérvese la división del brazo en compartimentos anterior y posterior por el húmero y los tabiques intermusculares medial y lateral.

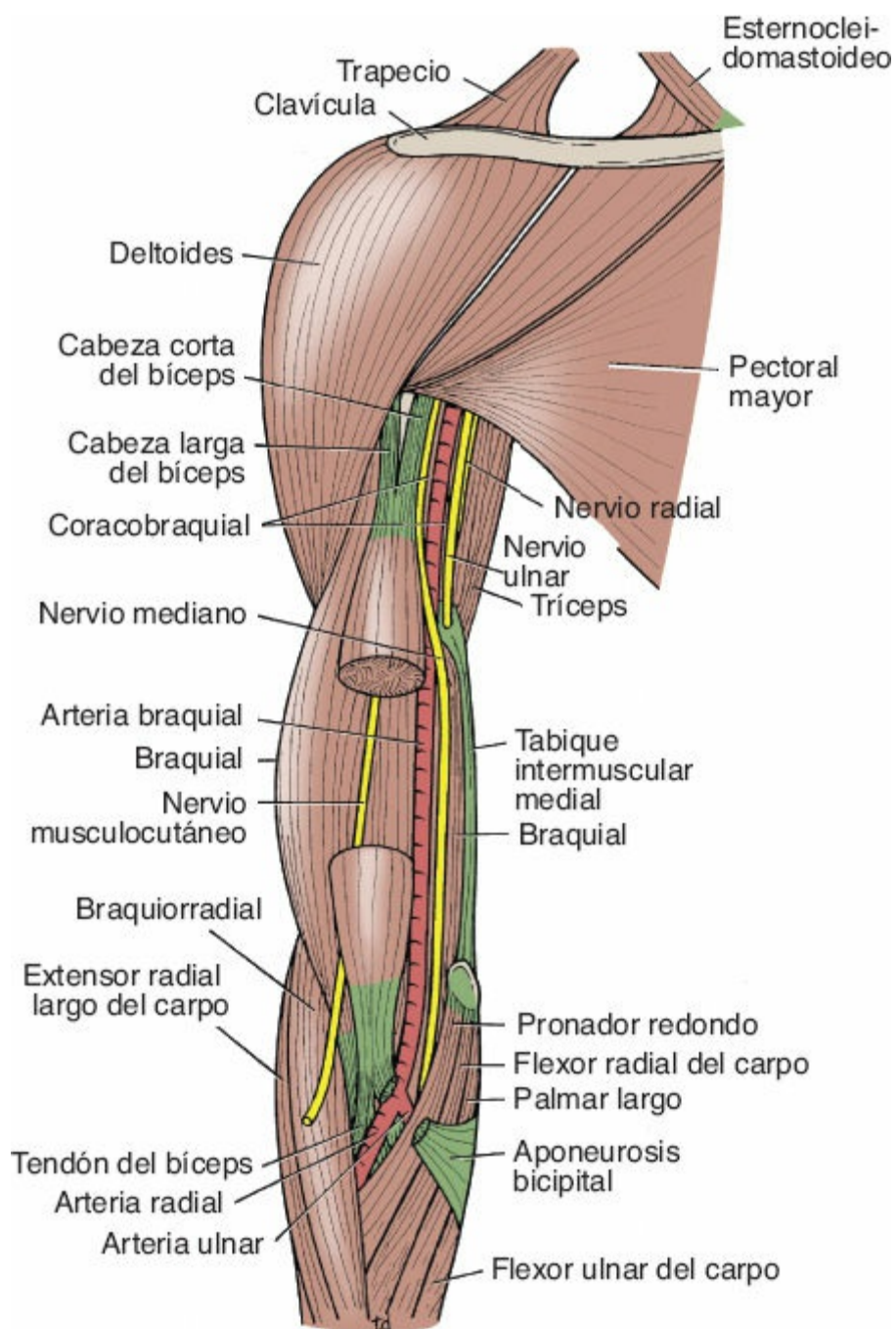


Figura 3-25 Vista anterior de la parte superior del brazo. La porción media del bíceps braquial se ha eliminado para mostrar el nervio musculocutáneo, que yace anterior al braquial.

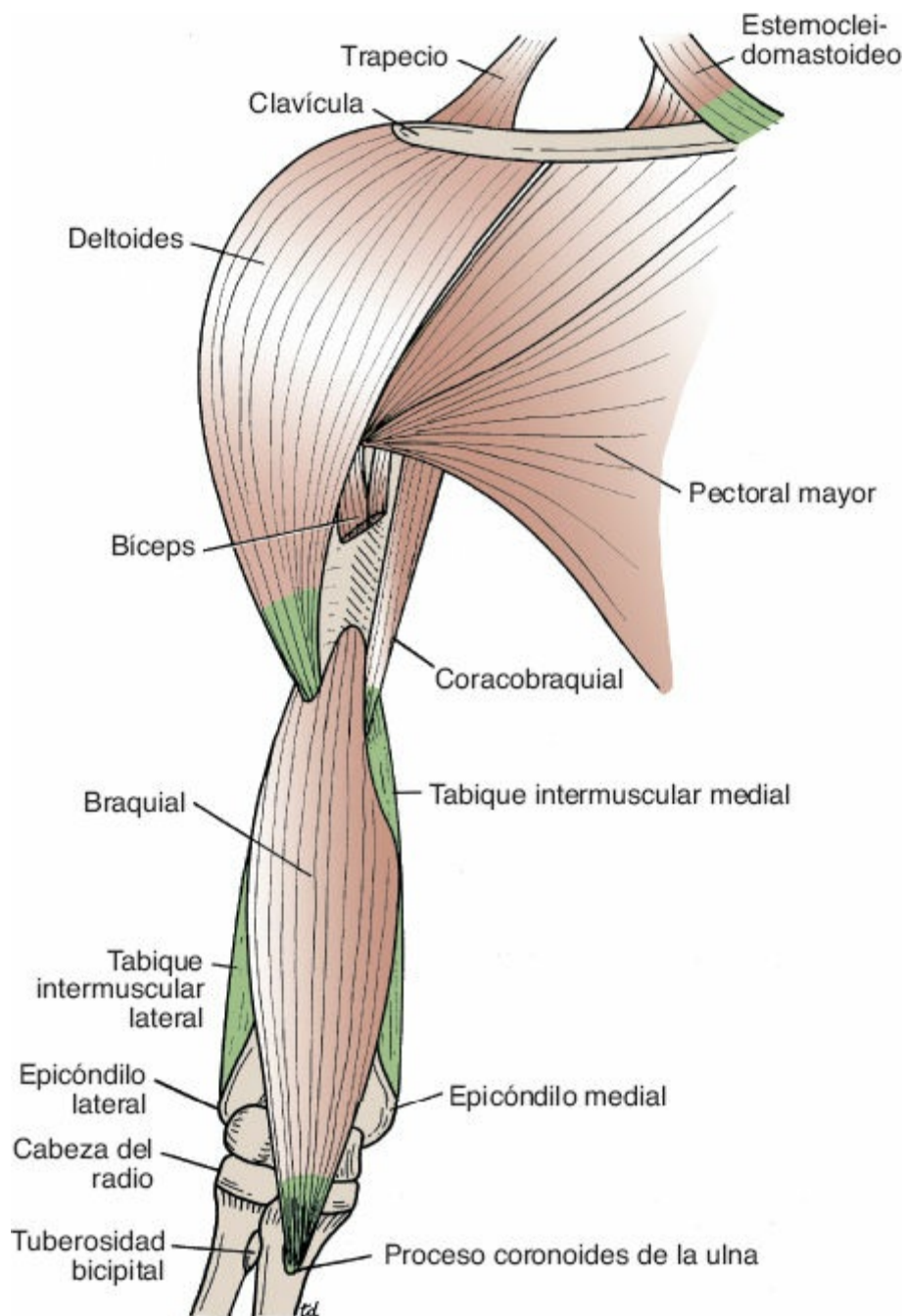


Figura 3-26 Vista anterior de la parte superior del brazo que muestra la inserción del deltoides y el origen y la inserción braquial.

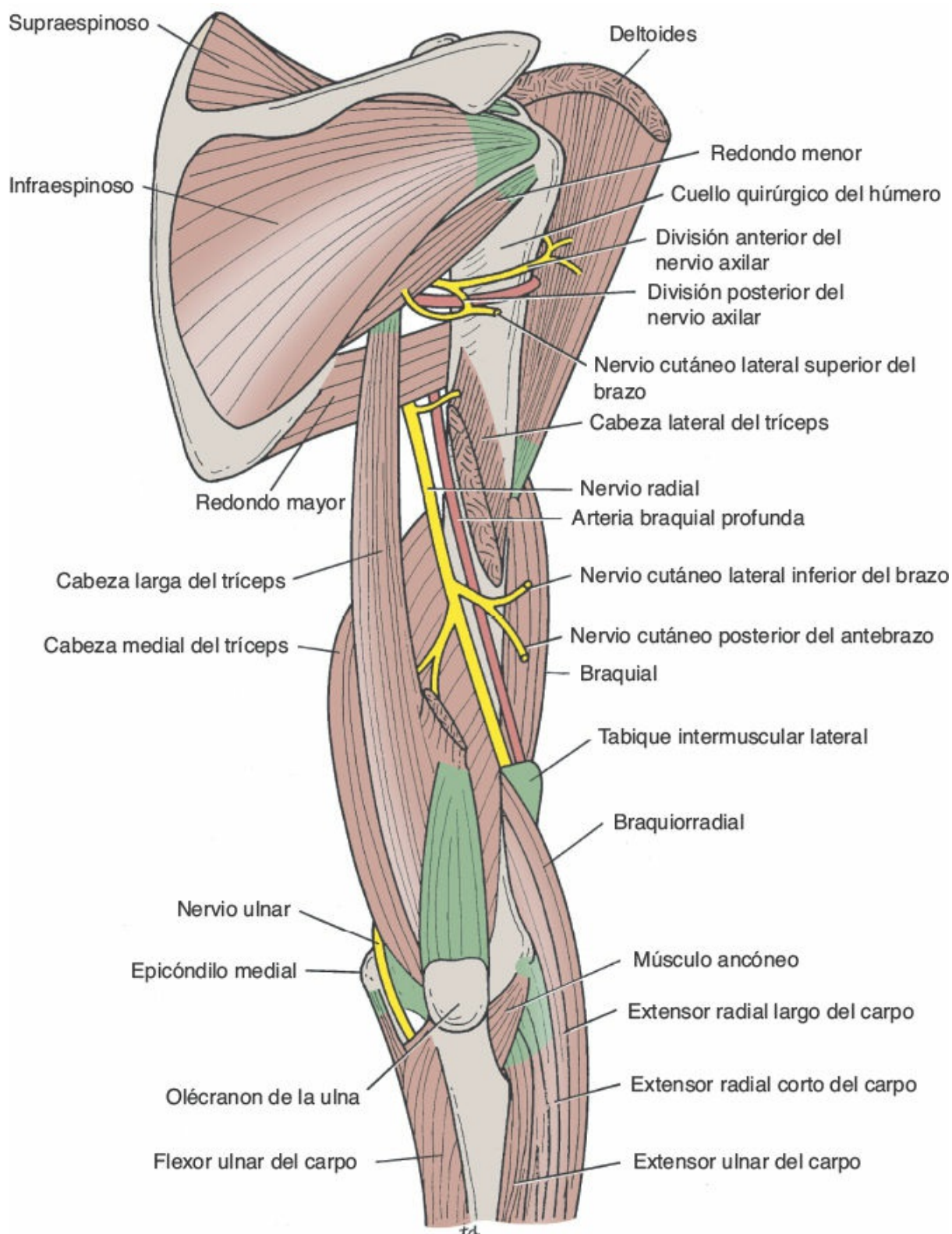


Figura 3-27 Vista posterior de la parte superior del brazo. La cabeza lateral del tríceps se ha dividido para mostrar el nervio radial y la arteria braquial profunda en el surco del nervio radial (surco espiral) del húmero.

Tabla 3-1 Contenidos de los compartimentos osteofasciales del brazo

--	--	--

	COMPARTIMENTO ANTERIOR	COMPARTIMENTO POSTERIOR
MÚSCULOS	Bíceps braquial Coracobraquial Braquial	Tríceps braquial
INERVACIÓN MOTORA	Nervio musculocutáneo	Nervio radial
IRRIGACIÓN	Arteria braquial	Arteria braquial profunda Arterias ulnares colaterales

Estructuras que pasan por el compartimento osteofascial anterior

El nervio musculocutáneo, el nervio mediano, el nervio ulnar, la arteria braquial y la vena basilíca pasan a través de esta región. El nervio radial se localiza en la parte inferior del compartimento.

Estructuras que pasan por el compartimento osteofascial posterior

El nervio radial, el nervio ulnar y los vasos braquiales profundos pasan a través de esta región.

Codo y fosa cubital

El codo es el área que conecta el brazo con el antebrazo. La fosa cubital es una depresión triangular que se localiza en la cara anterior del codo (figs. 3-28 y 3-29). Esta fosa es relevante porque transmite varias estructuras principales entre el brazo y el antebrazo.

Límites de la fosa cubital

- **Lateralmente.** Músculo braquiorradial.
- **Medialmente.** Músculo pronador redondo.
- **Base.** Línea imaginaria trazada entre los dos epicóndilos del húmero que forman la base del triángulo.
- **Suelo.** Músculo supinador lateralmente; músculo braquial medialmente.
- **Techo.** Piel y fascia, reforzada por la aponeurosis bicipital.

Contenidos de la fosa cubital

La fosa cubital (véase fig. 3-29) contiene las siguientes estructuras, enumeradas de medial a lateral: el nervio mediano, la bifurcación de la arteria braquial en arterias ulnar y radial, el tendón del músculo bíceps, y el nervio radial con su ramo profundo.

Antebrazo

El antebrazo es el segmento del miembro superior que se extiende desde el codo hasta la muñeca.

Compartimentos osteofasciales

El antebrazo está encerrado en una vaina de fascia profunda unida al periostio del borde subcutáneo posterior de la ulna (fig. 3-30). La **membrana interósea** (véanse figs. 3-30, 3-33 y 3-35) es una banda ligamentosa resistente que une los cuerpos (diáfisis) del radio y la ulna y también proporciona un área adicional para las inserciones de los músculos adyacentes. Este manguito de fascia profunda, junto con la membrana interósea y los tabiques intermusculares fibrosos, divide el antebrazo en tres compartimentos osteofasciales: anterior, lateral y posterior. Cada compartimento contiene un conjunto de músculos, nervios y arterias (figs. 3-31 a 3-35 y tabla 3-2 [p. 118]; véase también fig. 3-30).

Muñeca

La **muñeca (carpo)** es un complejo de ocho pequeños huesos del carpo que conectan el antebrazo con la mano (véanse figs. 3-9 y 3-10). Antes de aprender la anatomía de la mano, es esencial conocer bien la distribución de los tendones, arterias y nervios de la región de la muñeca. Desde un punto de vista clínico, la muñeca es un lugar de lesiones frecuentes.

Retináculos de los flexores y los extensores

Los retináculos de los músculos flexores y extensores son resistentes bandas de fascia profunda que mantienen los tendones del extensor y el flexor largos en posición en la muñeca.

Retináculo flexor

El retináculo flexor (retináculo flexor o ligamento transversal de la muñeca) es un engrosamiento de la fascia profunda que mantiene los tendones del flexor largo en su posición en la muñeca. Se extiende a través de la cara anterior de la muñeca y convierte la concavidad anterior de la muñeca en un túnel osteofascial, el **túnel (conducto) del carpo**, para el paso del nervio mediano y los tendones flexores del pulgar y los dedos (figs. 3-36 a 3-38 [p. 118-119]). Se inserta medialmente en el hueso pisiforme y el gancho del *hamatum* y lateralmente en el tubérculo de los huesos escafoides y en el trapecio. La inserción en el trapecio tiene porciones superficiales y profundas y forma un túnel cubierto de líquido sinovial para el paso del tendón del flexor radial de la muñeca. El borde proximal del retináculo se corresponde con el pliegue distal transversal de la piel en la cara anterior de la muñeca y es continuo con la fascia profunda del antebrazo. El borde distal se inserta en la aponeurosis palmar (véase fig. 3-37).

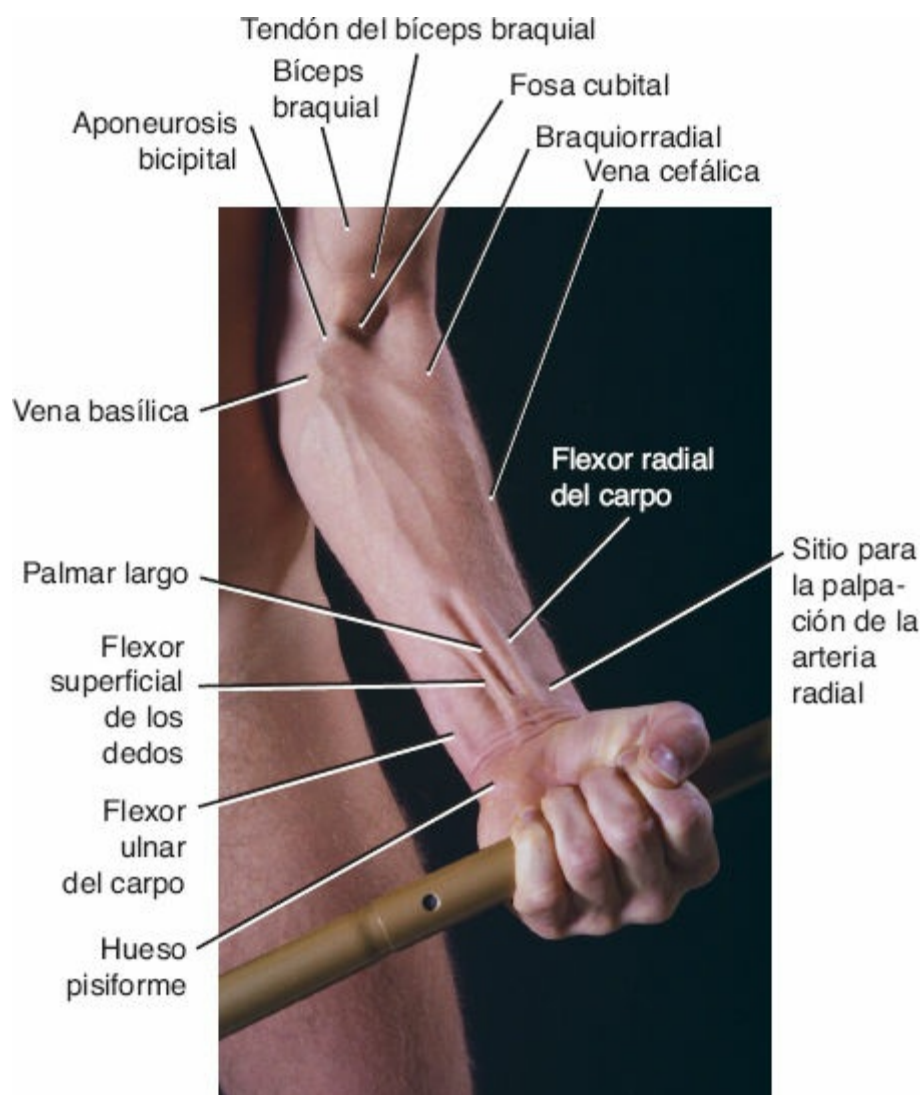


Figura 3-28 Fosa cubital y cara anterior del antebrazo en un hombre joven.

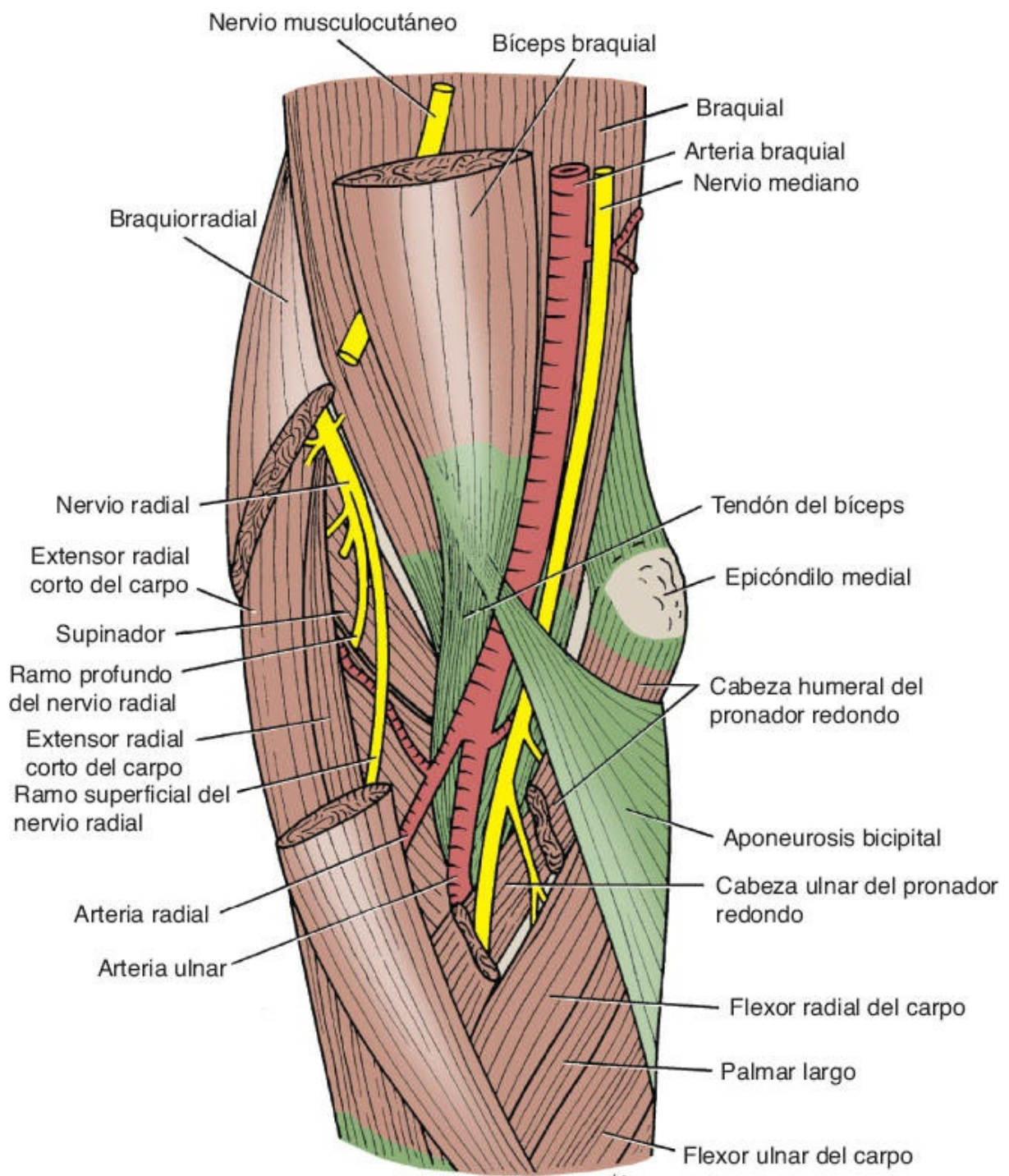


Figura 3-29 Fosa cubital derecha.

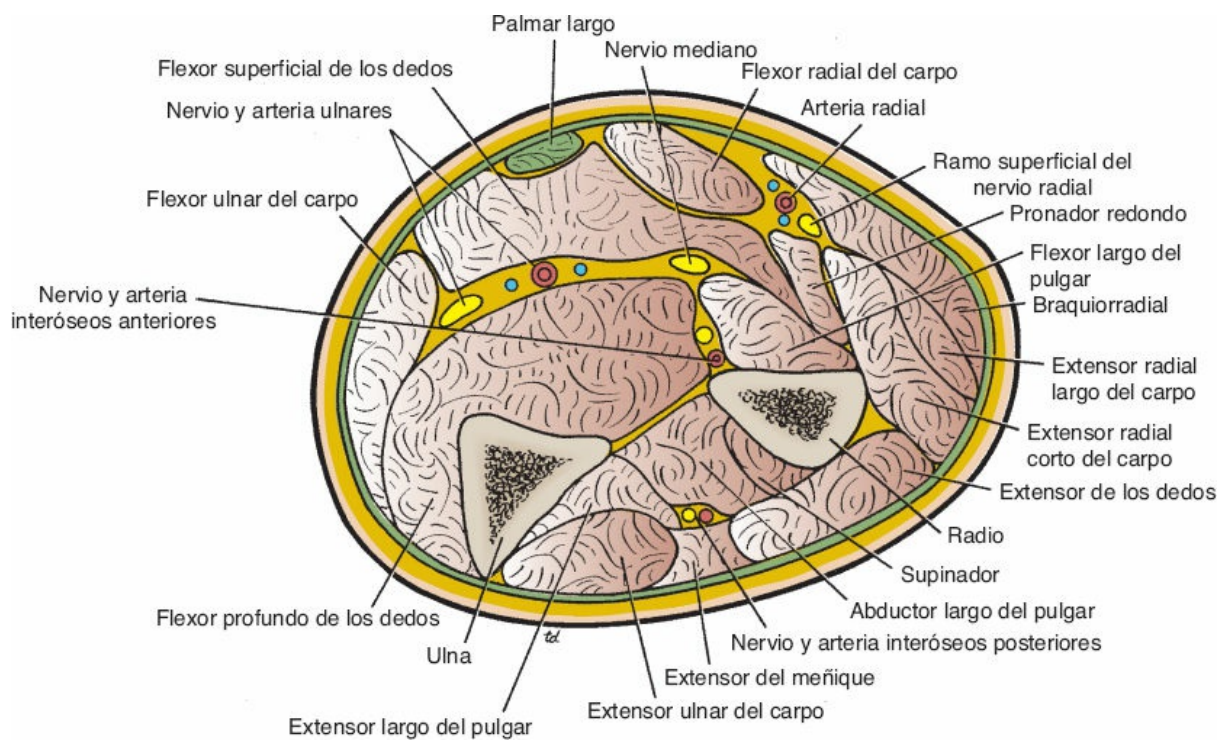


Figura 3-30 Sección transversal del antebrazo a nivel de la inserción del músculo pronador redondo.

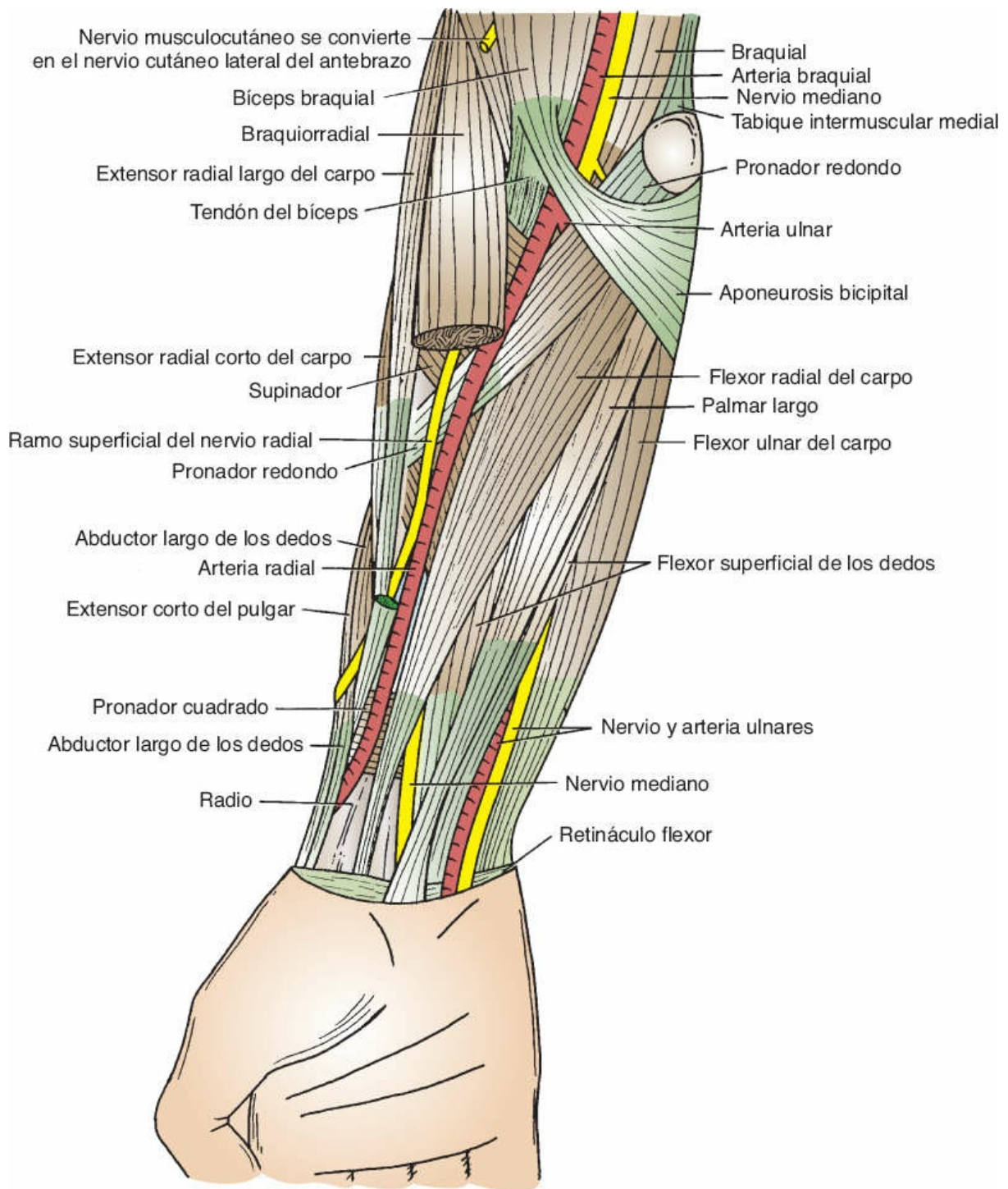


Figura 3-31 Vista anterior del antebrazo. La porción media del músculo braquiorradial se ha retirado para mostrar el ramo superficial del nervio radial y la arteria radial.

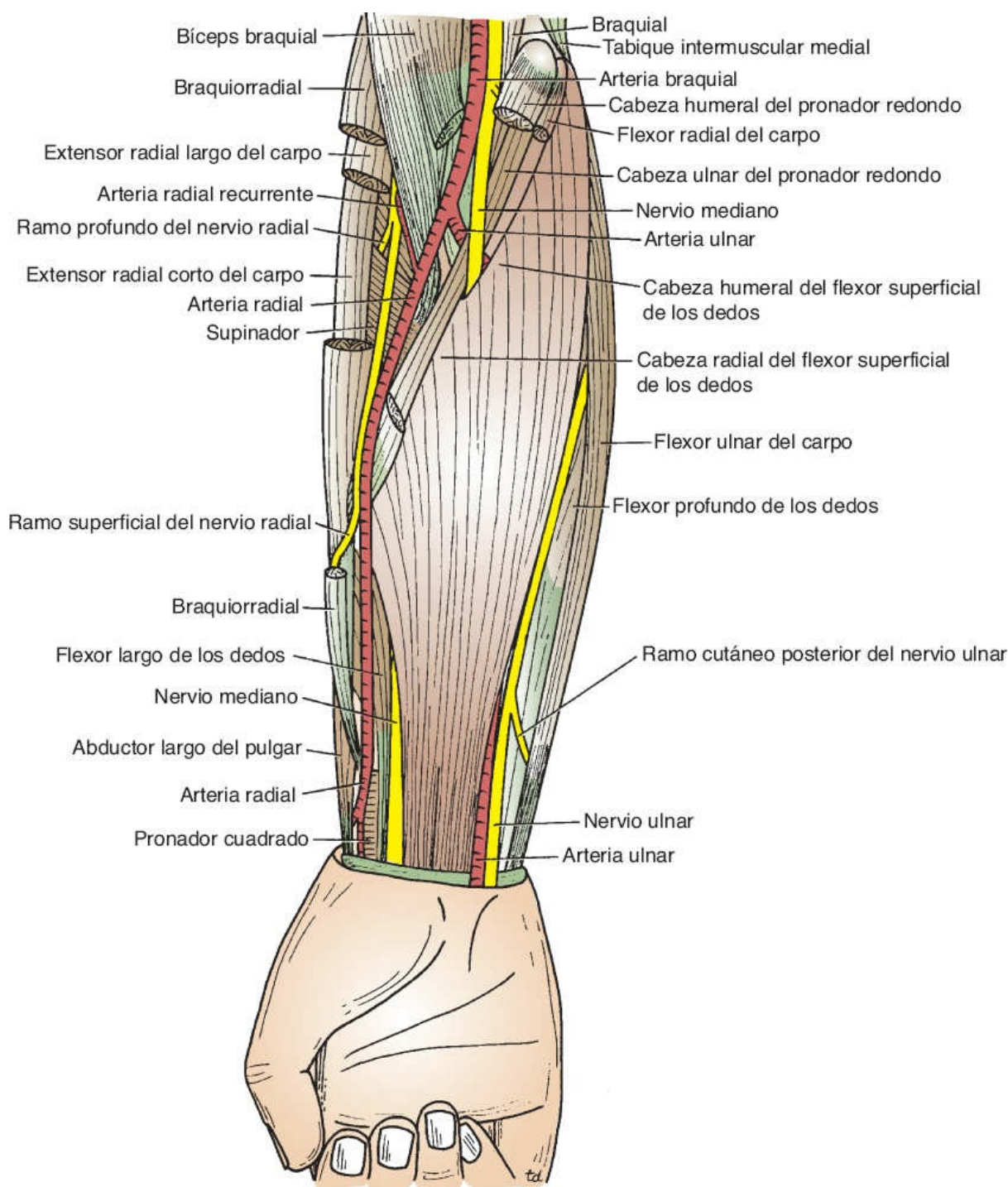


Figura 3-32 Vista anterior del antebrazo. La mayoría de los músculos superficiales han sido retirados para mostrar el flexor superficial de los dedos, el nervio mediano, el ramo superficial del nervio radial y la arteria radial. Obsérvese que la cabeza ulnar del pronador redondo separa el nervio mediano de la arteria ulnar.

Retináculo extensor

El retináculo extensor (retináculo extensor) es un engrosamiento de la fascia profunda que se extiende a través de la región posterior de la muñeca y mantiene los tendones extensores largos en posición (figs. 3-39 y 3-40 [p. 120]; véase también fig. 3-34). Convierte los surcos de la cara posterior de los extremos distales del radio y la ulna en seis túneles independientes que permiten el paso

de los tendones extensores largos. Cada túnel está cubierto con una vaina sinovial, que se extiende proximal y distalmente al retináculo sobre los tendones. Los túneles están separados entre sí por tabiques fibrosos que se extienden desde la superficie profunda del retináculo hasta los huesos subyacentes (véase [fig. 3-36](#)). El retináculo se inserta medialmente en el hueso pisiforme y el gancho del *hamatum* y lateralmente en el extremo distal del radio. Los bordes proximal y distal del retináculo se continúan con la fascia profunda del antebrazo y la mano, respectivamente.

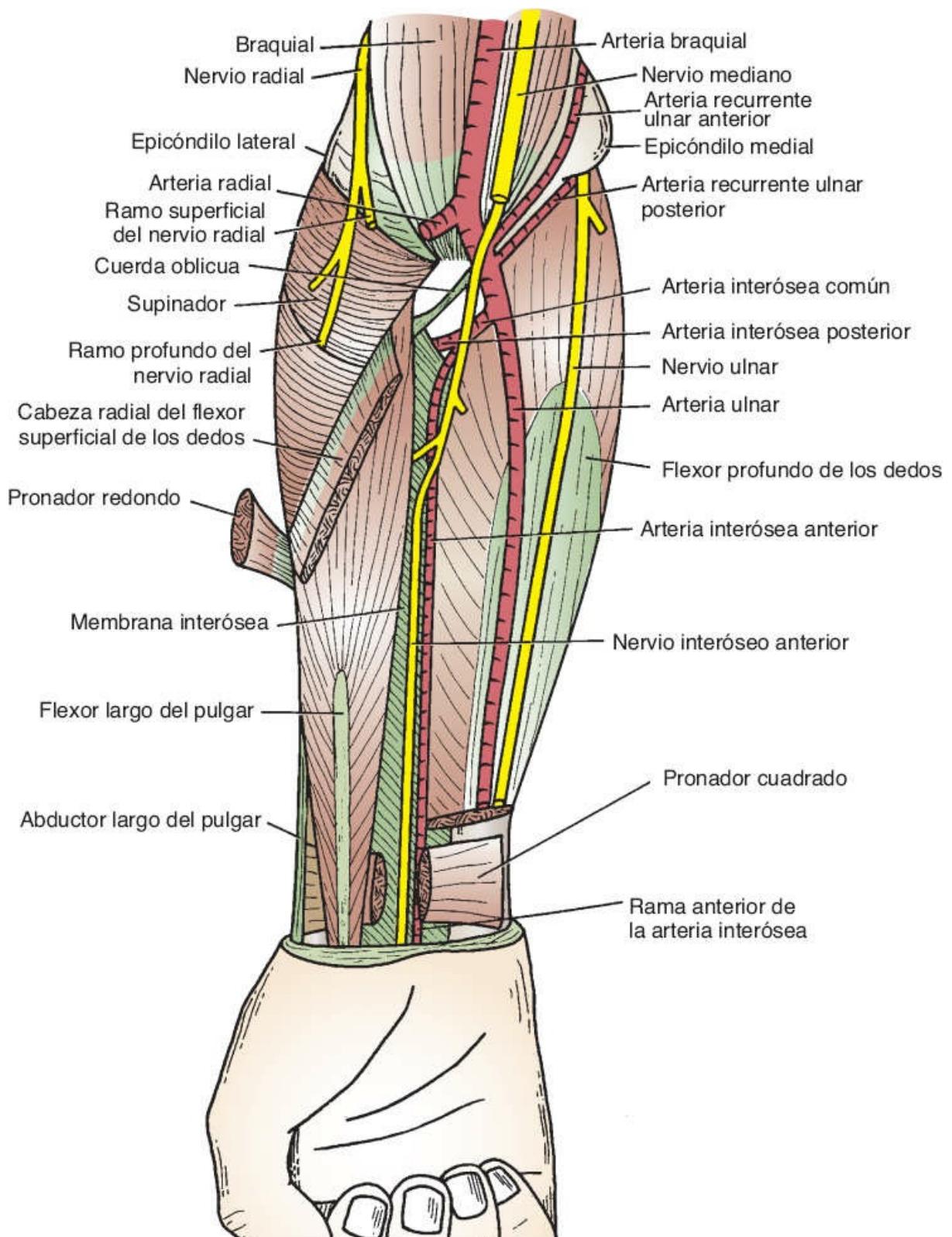


Figura 3-33 Vista anterior del antebrazo donde se muestran las estructuras profundas.

Estructuras de la cara anterior de la muñeca

Reconocer las estructuras del interior del túnel del carpo frente a las localizadas fuera del túnel (es decir, estructuras superficiales frente a profundas con respecto al retináculo flexor) es un tema relevante en la muñeca. Las siguientes

estructuras pasan superficiales al retináculo flexor (fuera del túnel del carpo), de medial a lateral (véase [fig. 3-36](#)):

- El **tendón del flexor ulnar de la muñeca (ulnar anterior)**, que termina en el hueso pisiforme (en realidad, este tendón no cruza el retináculo flexor, pero se incluye para tener una descripción completa).
- El **nervio ulnar**, lateral al hueso pisiforme.
- La **arteria ulnar**, lateral al nervio ulnar.
- El **ramo cutáneo palmar del nervio ulnar**.
- El **tendón del palmar largo** (si está presente), que atraviesa su inserción en el retináculo flexor y la aponeurosis palmar.
- El **ramo cutáneo palmar del nervio mediano**.

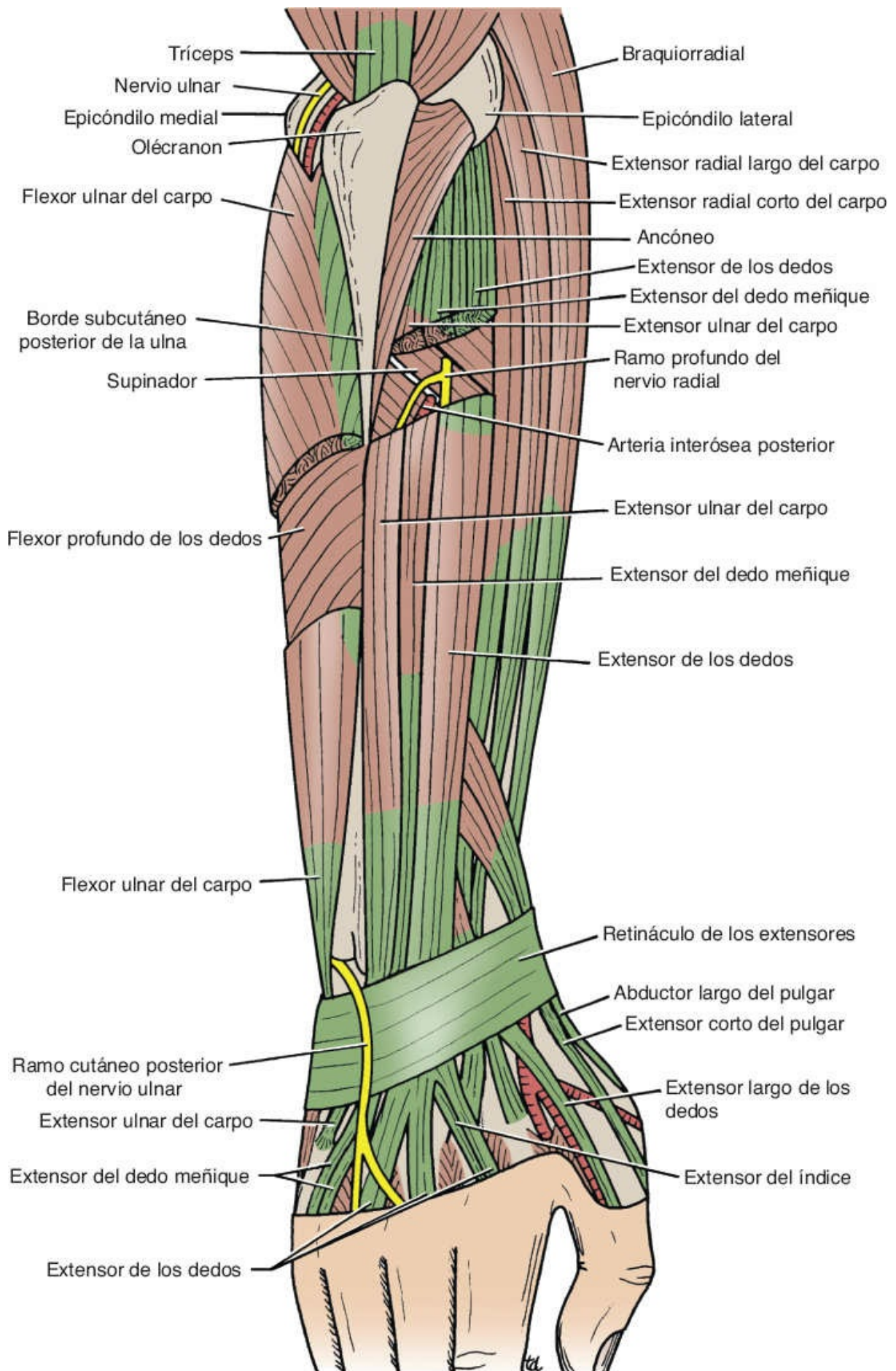


Figura 3-34 Vista posterior del antebrazo. Se han retirado partes del extensor de los dedos, el extensor del meñique y el extensor ulnar de la muñeca para mostrar el ramo profundo del nervio radial y la arteria interósea posterior.

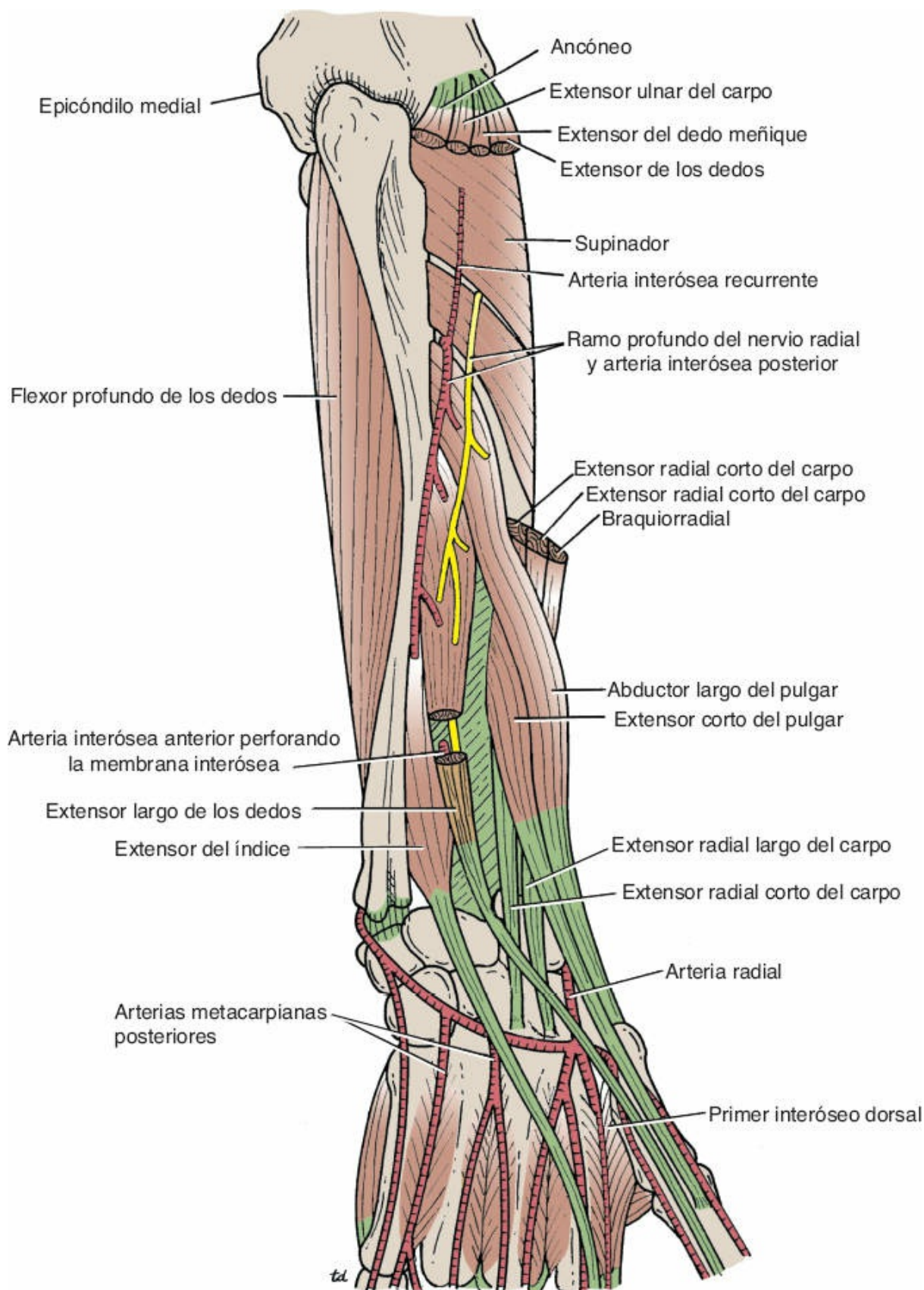


Figura 3-35 Vista posterior del antebrazo. Se han retirado los músculos superficiales para mostrar las

estructuras profundas.

Las siguientes estructuras profundas al retináculo flexor (dentro del túnel del carpo), de medial a lateral ([fig. 3-41](#) [p. 121]; véase también [fig. 3-36](#)):

- Los **tendones del flexor superficial de los dedos** y, profundos a estos, los **tendones del flexor profundo de los dedos** (ambos grupos de tendones comparten una vaina sinovial común).
- El **nervio mediano**.
- El **tendón del flexor largo del pulgar**, rodeado por una vaina sinovial.
- El **tendón del flexor radial de la muñeca**, que pasa a través de una división en el retináculo flexor (una vaina sinovial rodea el tendón).

Tabla 3-2 Contenidos de los compartimentos osteofasciales del antebrazo

	COMPARTIMENTO ANTERIOR	COMPARTIMENTO LATERAL	COMPARTIMENTO POSTERIOR
MÚSCULOS	<i>Grupo superficial:</i> pronador redondo Flexor radial de la muñeca Palmar largo Flexor ulnar de la muñeca <i>Grupo intermedio:</i> flexor superficial de los dedos <i>Grupo profundo:</i> flexor profundo de los dedos Flexor largo del pulgar Pronador cuadrado	Braquiorradial Extensor radial largo de la muñeca	<i>Grupo superficial</i> Extensor radial corto de la muñeca Extensor de los dedos Extensor del meñique Extensor ulnar de la muñeca Ancóneo <i>Grupo profundo</i> Supinador Abductor largo del pulgar Extensor corto del pulgar Extensor largo del pulgar Extensor del índice
INERVAÇÃO MOTORA	Nervio mediano (todos los dedos excepto el 1 y 5 inervados por el nervio ulnar) Nervio ulnar (flexor ulnar de la muñeca + mitad medial del flexor profundo de los dedos)	Nervio radial	Nervio radial (ramo profundo)
VASCULARIZACIÓN	Arteria radial Arteria ulnar	Arteria braquial Arteria radial	Arteria ulnar (arteria interósea posterior)

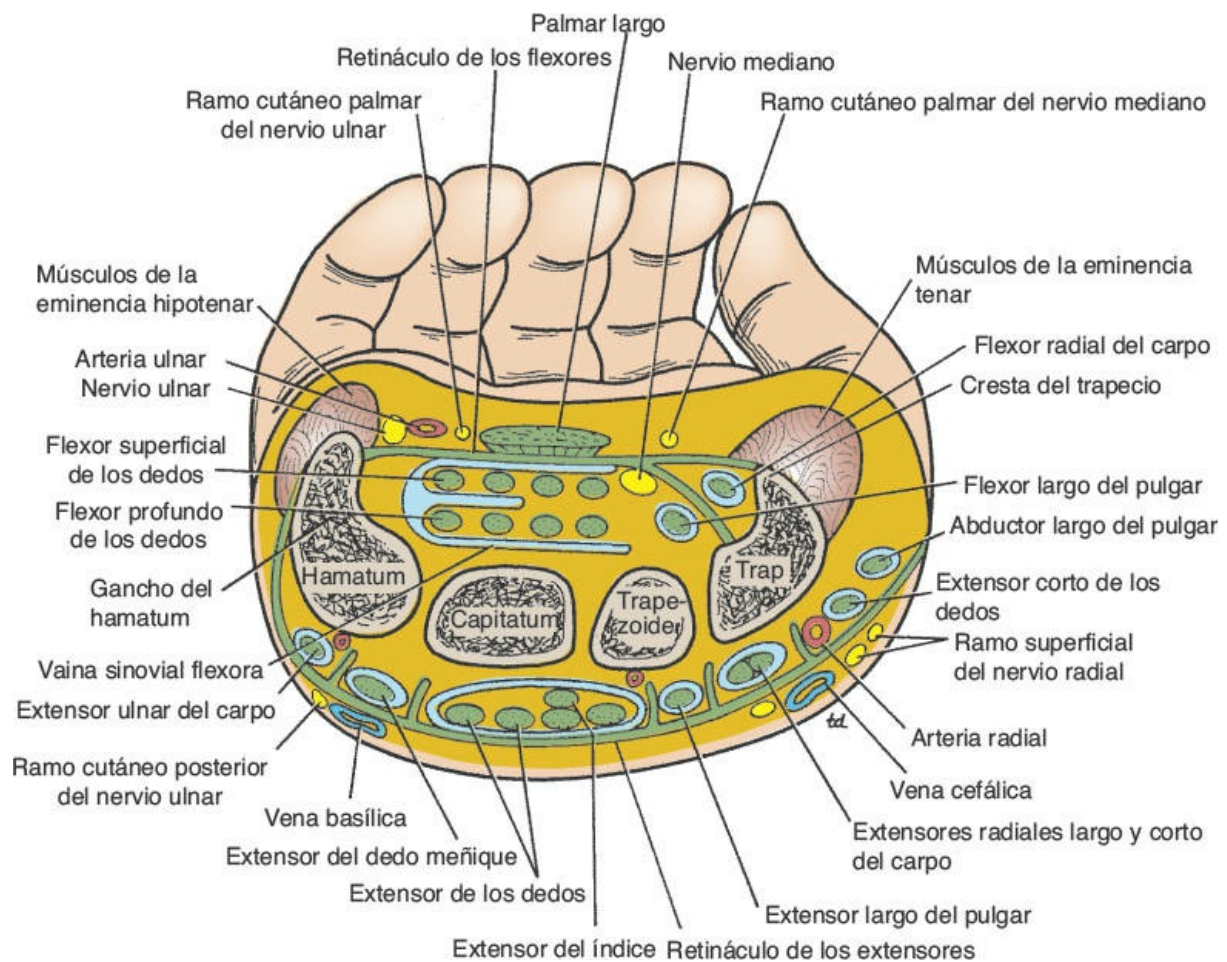


Figura 3-36 Sección transversal de la mano que muestra la relación de los tendones, los nervios y las arterias con los retináculos de los flexores y los extensores. Trap, trapecio.

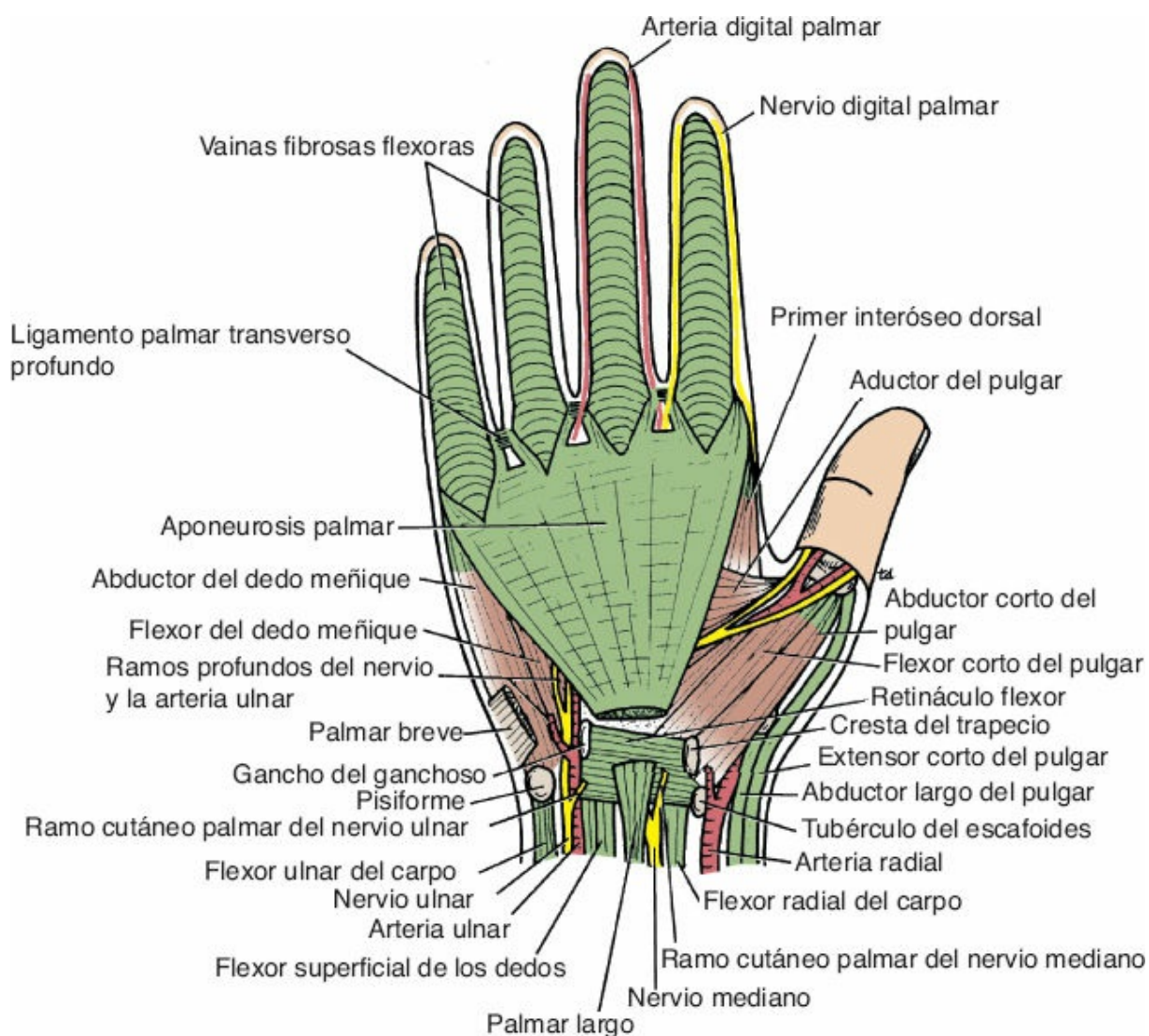


Figura 3-37 Vista anterior de la palma de la mano. La aponeurosis palmar se ha mantenido en su posición.

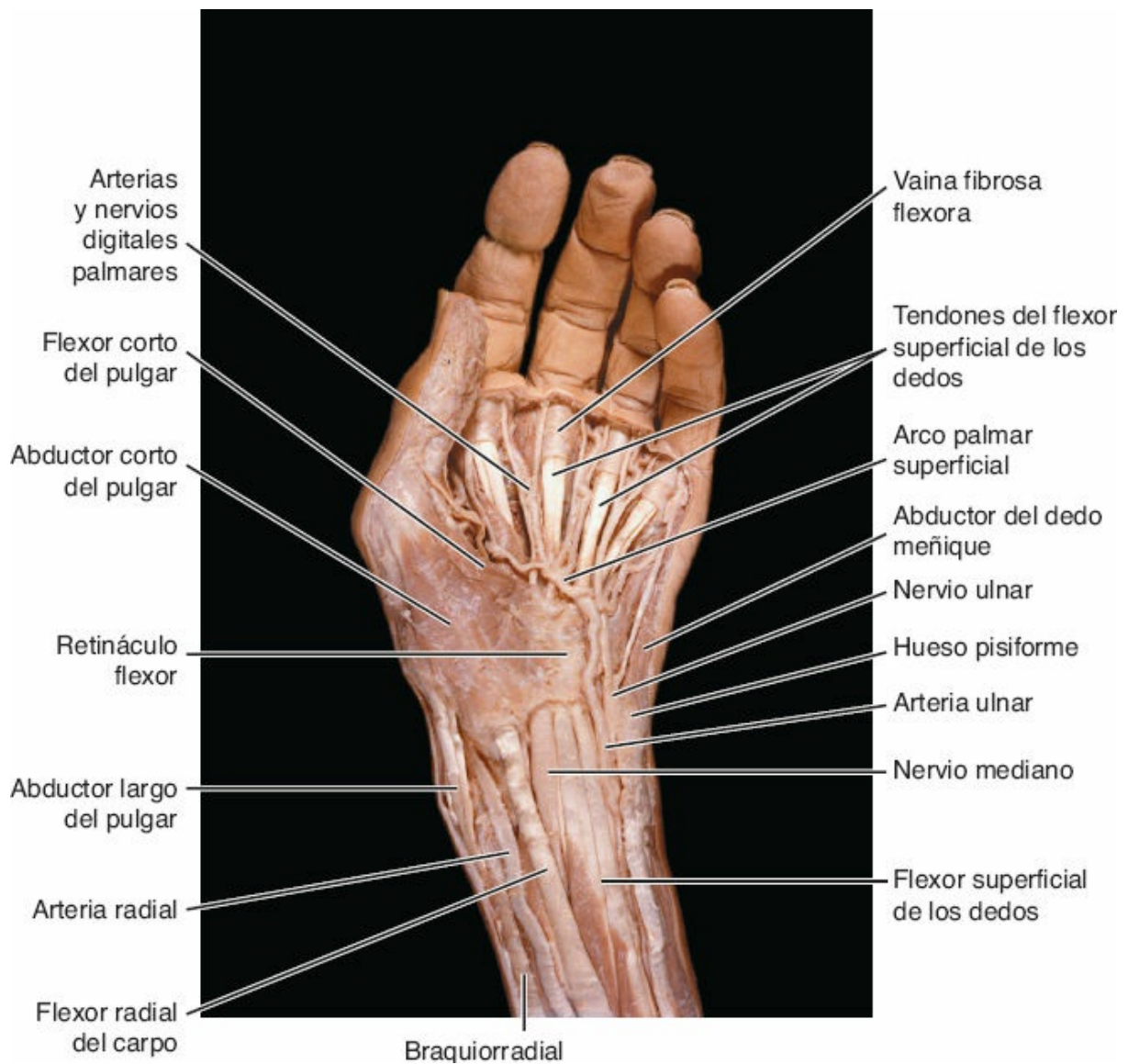


Figura 3-38 Disección del frente del antebrazo izquierdo y la mano a través de la cual se muestran las estructuras superficiales.

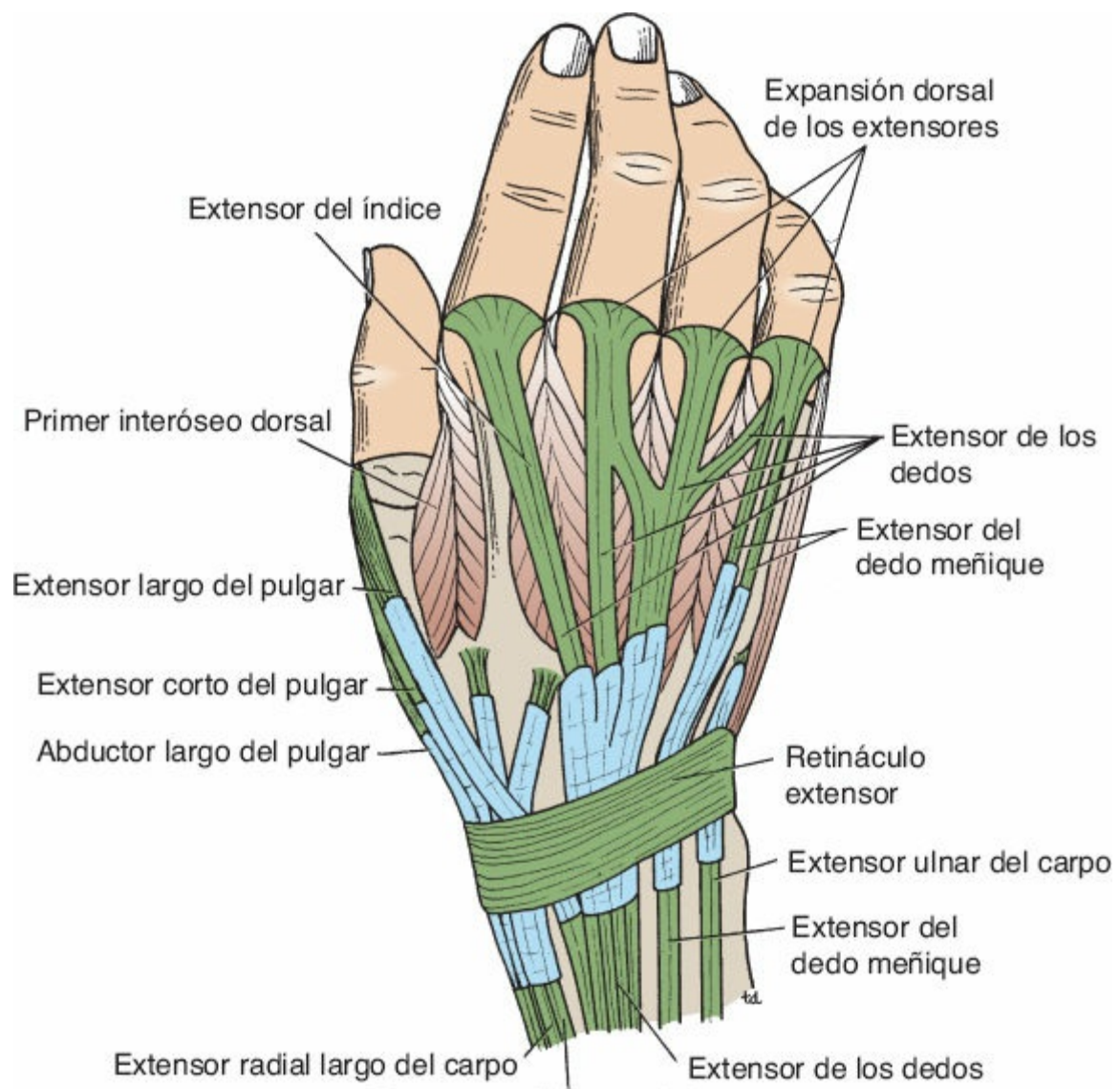


Figura 3-39 Cara dorsal de la mano que muestra los tendones extensores largos y sus vainas sinoviales.

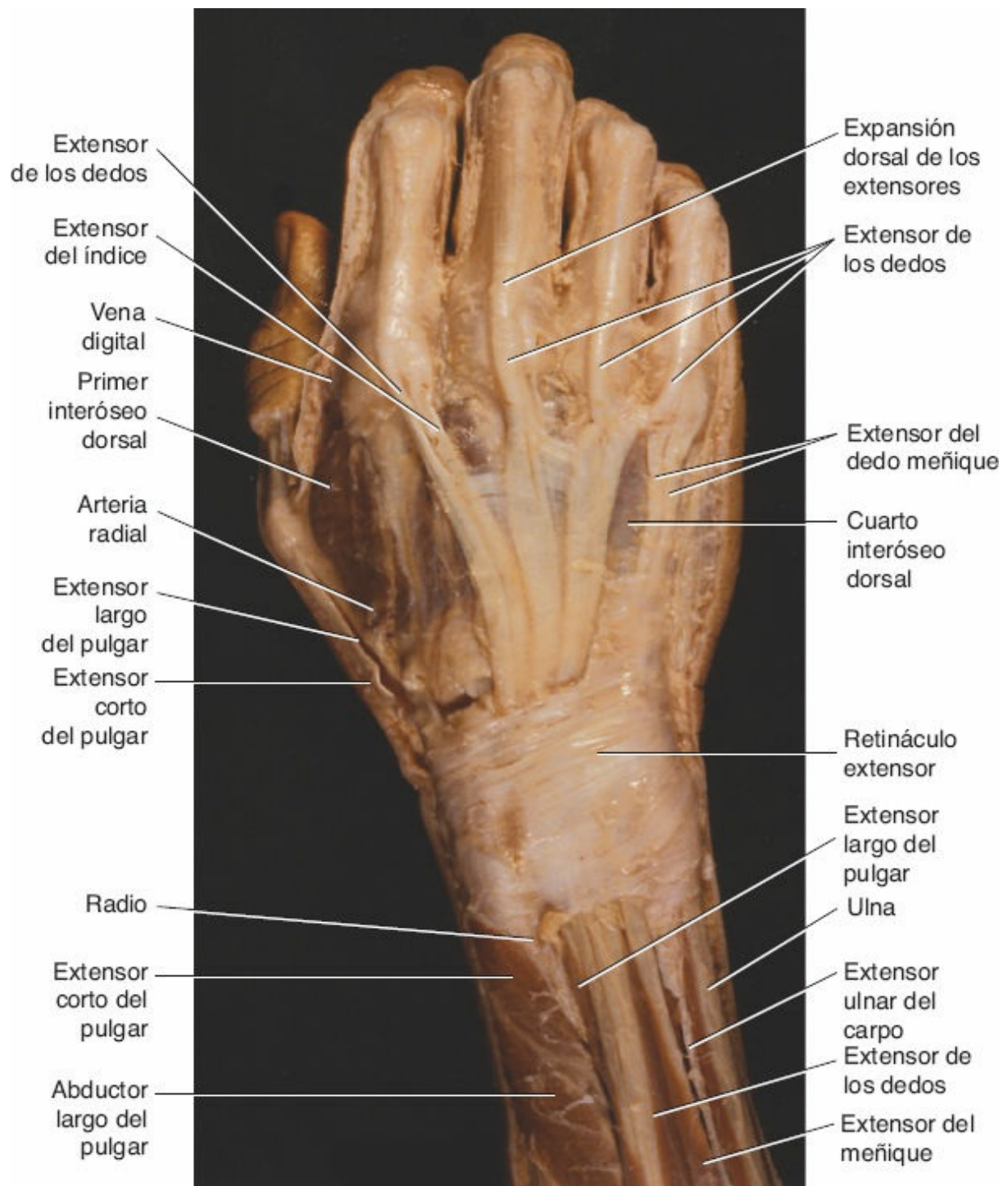


Figura 3-40 Disección de la cara dorsal de la mano derecha que muestra los tendones extensores largos y el retináculo extensor.

Estructuras de la cara posterior de la muñeca

Las siguientes estructuras pasan superficiales al retináculo extensor, de medial a lateral (véase [fig. 3-36](#)):

- **Ramo cutáneo dorsal (posterior) del nervio ulnar**
- **Vena basilíca**
- **Vena cefálica**

- **Ramo superficial del nervio radial**

Las siguientes estructuras pasan por debajo del retináculo extensor de medial a lateral, dentro de los seis túneles extensores del retináculo:

- El **tendón del extensor ulnar de la muñeca**, que hace un surco en la cara posterior de la cabeza de la ulna.
- El **tendón del extensor del meñique**, localizado posterior a la articulación radioulnar distal.
- Los **tendones extensores de los dedos y del índice**, que comparten una vaina sinovial común y se localizan en la porción lateral de la cara posterior del radio.
- El **tendón del extensor largo del pulgar**, alrededor del lado medial del tubérculo dorsal del radio.
- Los **tendones de los extensores radiales largo y corto de la muñeca**, que comparten una vaina sinovial común y se hallan en la porción lateral de la cara posterior del radio.
- Los **tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar**, que tienen vainas sinoviales separadas pero comparten un compartimento común.

Túnel del carpo

La cara anterior de la muñeca posee una profunda concavidad y forma un canal óseo, que se convierte en un túnel. El conducto se convierte en un túnel (el túnel del carpo) a partir del retináculo flexor que lo cubre (véase [fig. 3-36](#)). Los tendones del flexor largo de los dedos y el pulgar pasan a través del túnel acompañados por el nervio mediano. Los cuatro tendones separados del músculo flexor superficial de los dedos están dispuestos en filas anterior y posterior: los que corresponden a los dedos medio y anular son superficiales con respecto a los del índice y el meñique. Los cuatro tendones divergen y se organizan en el mismo plano en el borde distal del retináculo flexor (véase [fig. 3-41](#)). Los tendones del flexor profundo de los dedos yacen en el mismo plano, y se encuentran profundos con respecto a los tendones superficiales. Los ocho tendones de los flexores superficial y profundo se invaginan en una vaina sinovial común desde el lado lateral (véase [fig. 3-36](#)). Esto permite que la vascularización arterial de los tendones tenga una entrada lateral.

El tendón del músculo flexor largo del pulgar discurre a través de la cara lateral del túnel del carpo en su propia vaina sinovial.

El nervio mediano discurre profundo al retináculo de los flexores en un espacio estrecho entre los tendones de los músculos flexor superficial de los dedos y flexor radial de la muñeca.

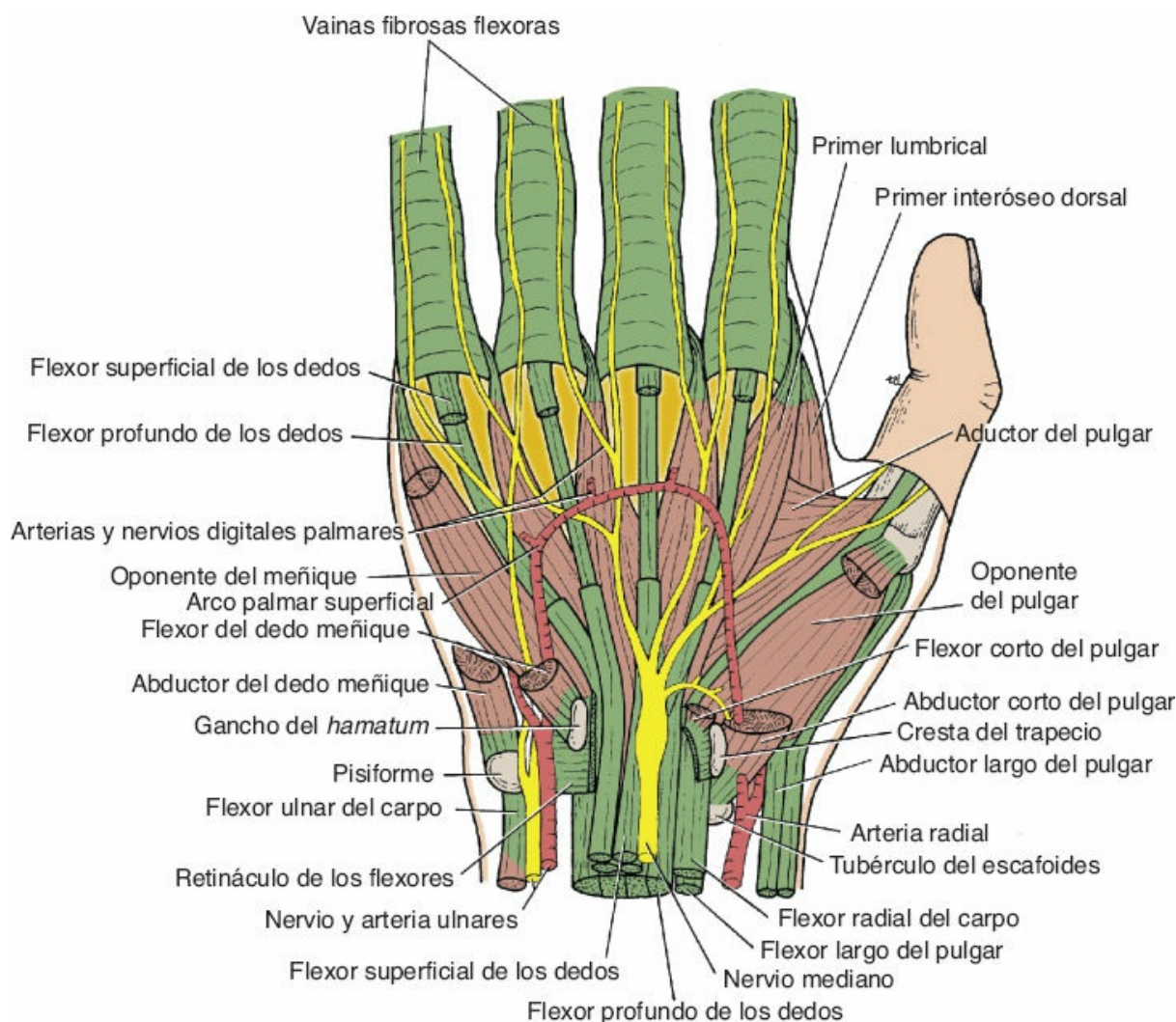


Figura 3-41 Vista anterior de la palma de la mano. La aponeurosis palmar y la mayor parte del retináculo flexor se han retirado para mostrar el arco palmar superficial, el nervio mediano y los tendones de los flexores largos. Se han eliminado segmentos de los tendones del flexor superficial de los dedos para mostrar los tendones subyacentes del flexor profundo de los dedos.



Notas clínicas

Síndrome del túnel del carpo

La estrecha área del túnel del carpo está compactada por los tendones del flexor largo de los dedos, con sus vainas sinoviales circundantes y el nervio mediano (véase [fig. 3-36](#)). Cualquier alteración que disminuya significativamente el tamaño del túnel del carpo y comprima su contenido se manifiesta en forma del denominado *síndrome del túnel del carpo*. Véanse las *Notas clínicas* sobre el nervio mediano para más detalles.

“Tabaquera anatómica”

La tabaquera anatómica es una pequeña depresión triangular de la piel en el lado posterolateral de la muñeca que está limitada medialmente por el tendón del extensor largo del pulgar y lateralmente por los tendones del abductor largo del pulgar y del extensor corto del pulgar (véanse [figs. 3-34](#) y [3-105B,C](#)). Su relevancia clínica radica en el hecho de que el hueso escafoides puede palparse más fácilmente en este punto, en el cual también pueden sentirse las pulsaciones de la arteria radial (véase [fig. 3-105B](#)).

Mano

La **mano**, un órgano muy importante, se localiza en el extremo distal del miembro superior. Gran parte de la importancia de la mano depende de la acción de pinza del dedo pulgar, que permite agarrar objetos entre las puntas del pulgar y el índice. La cara anterior (ventral) de la mano constituye la **superficie palmar (volar)**. La cara posterior es la **superficie dorsal**. A la hora de identificar los dedos, el **pulgar** es el primer dedo, y los otros números siguen secuencialmente de lateral a medial.

Piel

La piel de la palma de la mano es gruesa y sin pelo. Está fijada a la fascia profunda subyacente a través de numerosas bandas fibrosas. La piel muestra muchos pliegues de flexión en los sitios de movimiento de la piel, no necesariamente ubicados en el lugar de las articulaciones. Hay grandes cantidades de glándulas sudoríparas. La piel del dorso de la mano es fina, con vello y presenta libertad de movimiento sobre los tendones y los huesos subyacentes.

Fascia profunda

La fascia profunda de la muñeca y la palma de la mano se engrosa para formar el retináculo flexor (descrito antes) y la aponeurosis palmar.

Aponeurosis palmar

La aponeurosis palmar es triangular y ocupa el área central de la palma (*véase fig. 3-37*). El vértice de la aponeurosis palmar se une al borde distal del retináculo flexor y recibe la inserción del tendón del palmar largo. La base de la aponeurosis se divide, en las bases de los dedos, en cuatro bandeletas. Cada bandeleta se subdivide en dos bandas, una que se inserta en la piel y la otra que se dirige profundamente para insertarse en la raíz del dedo. En este punto, cada banda profunda se divide en dos, que divergen alrededor de los tendones flexores y finalmente se fusionan con la vaina fibrosa flexora y los ligamentos transversos profundos.

Los bordes medial y lateral de la aponeurosis palmar se continúan con la delgada fascia profunda que cubre los músculos tenares e hipotenares. Desde cada uno de estos bordes, varios tabiques fibrosos pasan profundamente hacia la palma y participan en la formación de los espacios fasciales de la palma (*véase luego*).

La función de la aponeurosis palmar es proporcionar una inserción firme a la piel suprayacente, para mejorar la prensión y proteger los tendones subyacentes.

Espacios fasciales de la palma

En general, los espacios fasciales de la palma son espacios potenciales llenos de tejido conjuntivo laxo. Sus límites son clínicamente relevantes porque pueden

limitar la propagación de infecciones en la palma.

La aponeurosis palmar se despliega desde el borde distal del retináculo flexor (véase [fig. 3-37](#)). Desde su borde medial, un tabique fibroso discurre posteriormente y se une al borde anterior del quinto hueso metacarpiano ([fig. 3-42C](#)). Medial a este tabique, un compartimento fascial contiene los tres músculos hipotenares. Desde el borde lateral de la aponeurosis palmar, un segundo tabique fibroso pasa, oblicuamente, posterior al borde anterior del tercer hueso metacarpiano. En general, el tabique pasa entre los tendones del flexor largo de los dedos índice y medio. Este segundo tabique divide la palma en el **espacio tenar**, localizado lateral al tabique (y no debe confundirse con el compartimento fascial que contiene los músculos tenares), y el **espacio mediopalmar**, que yace medial al tabique. Proximalmente, las paredes del túnel del carpo cierran los espacios tenar y mediopalmar. Distalmente, ambos espacios se continúan con los conductos lumbricales correspondientes (véase [fig. 3-42A](#)).



Notas clínicas

Contractura de Dupuytren

La contractura de Dupuytren es un engrosamiento y contractura localizada en la aponeurosis palmar, que limita la función de la mano y puede llegar a limitar por completo su función. Suele aparecer cerca de la raíz del dedo anular y mediante la tracción de dicho dedo hacia la palma, flexionándolo en la articulación metacarpofalángica. Posteriormente, afecta el meñique de la misma manera. En casos de larga evolución, la tracción de las vainas fibrosas de estos dedos da como resultado la flexión de las articulaciones interfalángicas proximales. Las articulaciones interfalángicas distales, no afectadas, se extienden por la presión de los dedos contra la palma.

El tratamiento habitual consiste en la resección quirúrgica de las bandas fibrosas, seguida de fisioterapia de la mano. Se ha constatado que un tratamiento alternativo, que consiste en inyecciones de enzima colagenasa en las bandas contraídas de tejido fibroso, reduce significativamente las contracturas y mejora la movilidad.

El **espacio tenar** contiene el primer músculo lumbrical y yace profundo con respecto a los tendones de los flexores largos para el dedo índice y superficial con respecto al músculo aductor del pulgar (véase [fig. 3-42A,C](#)).

El **espacio mediopalmar** contiene los músculos lumbricales segundo, tercero y cuarto y se localiza posterior a los tendones del flexor superficial para los dedos medio, anular y meñique. Es superficial con respecto a los músculos interóseos que se originan de los tercer, cuarto y quinto huesos metacarpianos.

El **conducto de los lumbricales** es un espacio potencial que rodea el tendón de cada músculo lumbrical y generalmente está lleno de tejido conjuntivo. Se continúa proximalmente con uno de los espacios palmares.

Espacios del pulpejo de los dedos

La fascia profunda del pulpejo de cada dedo se fusiona con el periostio de la falange terminal inmediatamente distal a la inserción de los tendones del flexor profundo de los dedos, y cierra un compartimento fascial conocido como

espacio del pulpejo (véase fig. 3-42B). Cada espacio del pulpejo está dividido por numerosos tabiques, que pasan de la fascia profunda al periostio. La rama terminal de la arteria digital, que irriga el cuerpo (diáfisis) de la falange terminal, pasa a través de este espacio lleno de grasa. La rama de la arteria digital para la epífisis de la falange distal discurre proximal con respecto al espacio del pulpejo.



Notas clínicas

Espacios fasciales de la palma e infecciones

Los espacios fasciales de la palma (fig. 3-42A,C) son clínicamente relevantes porque pueden infectarse y distenderse con pus por la propagación de las posibles infecciones de una tenosinovitis supurativa aguda. Aunque muy poco frecuentemente, también pueden sufrir infecciones tras heridas penetrantes, como caer sobre un clavo sucio.

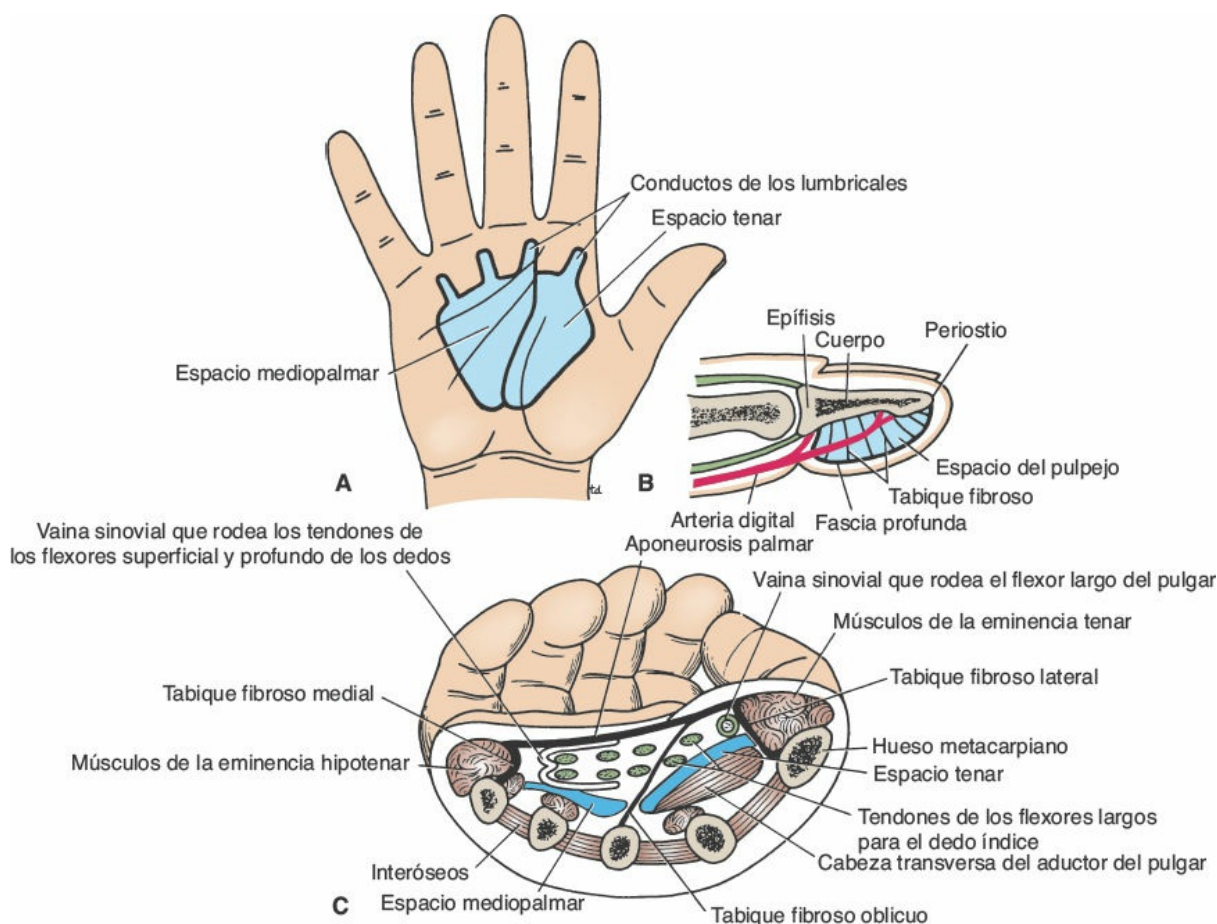


Figura 3-42 Espacios fasciales de la palma y del pulpejo. **A.** Vista anterior de la mano que muestra la posición de los espacios tenar y mediopalmar y su continuidad con los conductos de los lumbricales. **B.** Sección sagital de un dedo que muestra el espacio del pulpejo y la vascularización de la falange distal. **C.** Sección transversal de la mano que muestra los espacios fasciales de la palma.



Notas clínicas

Infección del espacio del pulpejo (panadizo)

El espacio del pulpejo de los dedos es un compartimento fascial cerrado localizado anterior a la falange terminal de cada dedo (véase [fig. 3-42B](#)). La infección de este espacio es frecuente y grave, y aparece con mayor frecuencia en los dedos pulgar e índice. Las bacterias suelen penetrar en el espacio por heridas punzantes con, por ejemplo, agujas de coser. Dado que cada espacio está subdividido en numerosos compartimentos más pequeños por tabiques fibrosos, la acumulación de exudado inflamatorio dentro de estos compartimentos produce un aumento rápido de la presión del espacio del pulpejo. Si no se descomprime la infección, puede progresar a toda la falange terminal. En los niños, la vascularización del cuerpo de la falange pasa a través del espacio del pulpejo, y la presión sobre los vasos sanguíneos puede provocar una necrosis del cuerpo. La epífisis de este hueso, ubicada proximalmente, no se ve afectada, dado que su vascularización es proximal al espacio del pulpejo.

La íntima relación entre el extremo proximal del espacio del pulpejo y la vaina sinovial digital explica la participación de la vaina en el proceso infeccioso cuando no se ha tratado la infección del espacio del pulpejo.



Notas clínicas

Ausencia del pectoral mayor

A veces, partes del músculo pectoral mayor pueden estar ausentes. Normalmente, suele ocurrir con la región de origen esternocostal, lo cual origina debilidad en la aducción y la rotación medial de la articulación del hombro.

MÚSCULOS

Región pectoral

Los músculos y las estructuras neurovasculares principales de la región pectoral se muestran en las figuras [3-11](#), [3-12](#) y [3-13](#). Los músculos de la región pectoral se resumen en la [tabla 3-3](#).

Espalda y región subescapular

El grupo superficial de músculos de la espalda ([Capítulo 2](#), La espalda: trapecio, dorsal ancho, elevador de la escápula, romboides mayor y menor) conecta la cintura escapular con la columna vertebral. Sin embargo, en el desarrollo (a excepción del trapecio) y funcionalmente, estos son músculos de los miembros superiores y, como tales, se incluyen aquí ([tabla 3-4](#); véase también [fig. 3-19](#)).

Los músculos de la región escapular conectan la cintura escapular con la porción superior del húmero y tienen una función importante en la abducción y la rotación del brazo. Los músculos y las principales estructuras neurovasculares de la región escapular se muestran en las figuras [3-19](#) y [3-20](#). Los músculos se resumen en la [tabla 3-5](#).

Manguito de los rotadores

Los tendones de los músculos subescapular, supraespinoso, infraespinoso y

redondo menor se fusionan con la cápsula subyacente de la articulación del hombro. Debido a esta relación, estos cuatro músculos se conocen como “manguito de los rotadores”. El manguito desempeña un papel muy importante en la estabilización de la articulación glenohumeral (hombro). El tono de estos músculos ayuda a fijar la cabeza del húmero en la cavidad glenoidea de la escápula durante los movimientos de la articulación del hombro. El manguito se localiza en las caras anterior, superior y posterior de la articulación. El manguito es discontinuo en su región inferior, por lo que es un sitio de debilidad potencial.

Tabla 3-3 Músculos de la región pectoral

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS ^a	ACCIÓN
Pectoral mayor	Clavícula, esternón y seis cartílagos costales superiores	Labio lateral del surco bicipital del húmero	Nervios pectorales medial y lateral del plexo braquial	C5, C6 , C7 , C8 , T1	Aduce y rota medialmente el brazo. Las fibras claviculares también flexionan el brazo.
Pectoral menor	3.ª a 5.ª costillas	Proceso coracoides de la escápula	Nervio pectoral medial del plexo braquial	C6, C7 , C8	Desciende la punta del hombro; si la escápula está fija, eleva las costillas de origen.
Subclavio	Primer cartilago costal	Clavícula	Nervio del subclavio desde el tronco superior del plexo braquial	C5 , C6	Desciende la clavícula y la estabiliza durante los movimientos de la cintura escapular.
Serrato anterior	Primeras ocho costillas	Borde medial y ángulo inferior de la escápula	Nervio torácico largo	C5, C6 , C7	Protrae la escápula y la sujeta contra la pared torácica; rota la escápula.

^aLa raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Tabla 3-4 Músculos superficiales de la espalda

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS*	ACCIÓN
Trapezio	Hueso occipital, ligamento nuchal, proceso espinoso de la vértebra C7, procesos espinosos de todas las vértebras torácicas	Fibras superiores en el tercio lateral de la clavícula; fibras medias e inferiores en acromion y la espina de escápula	Porción espinal del nervio accesorio (motora) y nervios C3 y C4 (sensitiva)	Nervio craneal XI (porción espinal)	Las fibras superiores elevan la escápula; las fibras medias la traccionan medialmente; las fibras inferiores traccionan inferiormente el borde medial de la escápula.
Dorsal ancho	Cresta ilíaca, fascia lumbar, procesos espinosos de las seis vértebras torácicas inferiores, tres o cuatro costillas inferiores y ángulo inferior de la escápula	Suelo del surco bicipital del húmero	Nervio toracodorsal	C6, C7, C8	Extiende, aduce y rota medialmente el brazo.
Elevador de la escápula	Procesos transversos de las primeras cuatro vértebras cervicales	Borde medial de la escápula	C3 y C4 y nervio dorsal de la escápula	C3, C4, C5	Eleva el borde medial de la escápula.
Romboides menor	Ligamento nuchal y procesos espinosos de las vértebras C7 y T1	Borde medial de la escápula	Nervio dorsal de la escápula	C4, C5	Eleva el borde medial de la escápula supero-medialmente.
Romboides mayor	Procesos espinosos de las vértebras T2 a T5	Borde medial de la escápula	Nervio dorsal de la escápula	C4, C5	Eleva el borde medial de la escápula supero-medialmente.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Tabla 3-5 Músculos de la región escapular

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS*	ACCIÓN
Deltoides	Tercio lateral de la clavícula, acromion, espina de la escápula	Mitad de la cara lateral del cuerpo (diáfisis) del húmero	Nervio axilar	C5, C6	Abduce el brazo; las fibras anteriores flexionan y rotan medialmente el brazo; las fibras posteriores extienden y rotan lateralmente el brazo.
Supraespinoso	Fosa supraespinosa de la escápula	Tubérculo mayor del húmero; cápsula de la articulación del hombro	Nervio supraescapular	C4, C5, C6	Abduce el brazo y estabiliza la articulación del hombro.
Infraespinoso	Fosa infraespinosa de la escápula	Tubérculo mayor del húmero; cápsula de la articulación del hombro	Nervio supraescapular	C4, C5, C6	Rota lateralmente el brazo y estabiliza la articulación del hombro.
Redondo mayor	Tercio inferior del borde lateral de la escápula	Labio medial del surco bicipital del húmero	Nervio subescapular menor	C6, C7	Rota y aduce el brazo medialmente, y estabiliza la articulación del hombro.
Redondo menor	2/3 superiores del borde lateral de la escápula	Tubérculo mayor del húmero; cápsula de la articulación del hombro	Nervio axilar	C4, C5, C6	Rota lateralmente el brazo y estabiliza la articulación del hombro.
Subescapular	Fosa subescapular	Tubérculo menor del húmero	Nervios subescapulares superior e inferior	C5, C6, C7	Rota medialmente el brazo y estabiliza la articulación del hombro.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.



Notas clínicas

Tendinitis del manguito de los rotadores

Las lesiones del manguito de los rotadores son causa frecuente de dolor en la región del hombro. La

falta de función del manguito puede deberse a un posible deterioro causado por la edad, o a su rotura. El deterioro se relaciona con la edad. La inflamación y el desgarro se asocian con un uso repetitivo excesivo. Los movimientos por sobrecarga excesiva del miembro superior, como los observados en lanzadores de béisbol, tenistas y nadadores, pueden ser causa de tendinitis, aunque muchos casos aparecen de manera espontánea. El músculo del manguito que más frecuentemente se lesiona es el supraespinoso. Durante la abducción del hombro, el tendón supraespinoso está expuesto a la fricción contra el acromion (fig. 3-43). En condiciones normales, la cantidad de fricción se reduce al mínimo gracias a la acción de la gran bolsa subacromial, que se extiende lateralmente por debajo del deltoides. Los cambios degenerativos en la bolsa se siguen de cambios también degenerativos en el tendón del supraespinoso subyacente, que pueden extenderse a los otros tendones del manguito de los rotadores. Clínicamente, la afección se conoce como ***bursitis subacromial, tendinitis supraespinosa o pericapsulitis***. Se caracteriza por la presencia de un espasmo doloroso en la mitad de la amplitud de movimiento durante la abducción, cuando el área afectada incide sobre el acromion. Los grandes desgarros traumáticos agudos deben repararse quirúrgicamente lo antes posible. Las lesiones crónicas pequeñas en el manguito se tratan mejor sin cirugía, con antiinflamatorios no esteroideos y ejercicios musculares.

Rotura del tendón del supraespinoso

En casos avanzados de tendinitis del manguito de los rotadores, el tendón del supraespinoso necrótico puede calcificarse o romperse. La rotura del tendón interfiere gravemente con el movimiento de abducción normal de la articulación del hombro. Recuérdese que la función principal del músculo supraespinoso es fijar la cabeza del húmero en la fosa glenoidea al comienzo de la abducción. El paciente con una rotura del tendón del supraespinoso no puede iniciar la abducción del brazo. Sin embargo, si el brazo recibe asistencia pasiva durante los primeros 15° de abducción, el deltoides puede asumir y completar el movimiento en un ángulo recto.

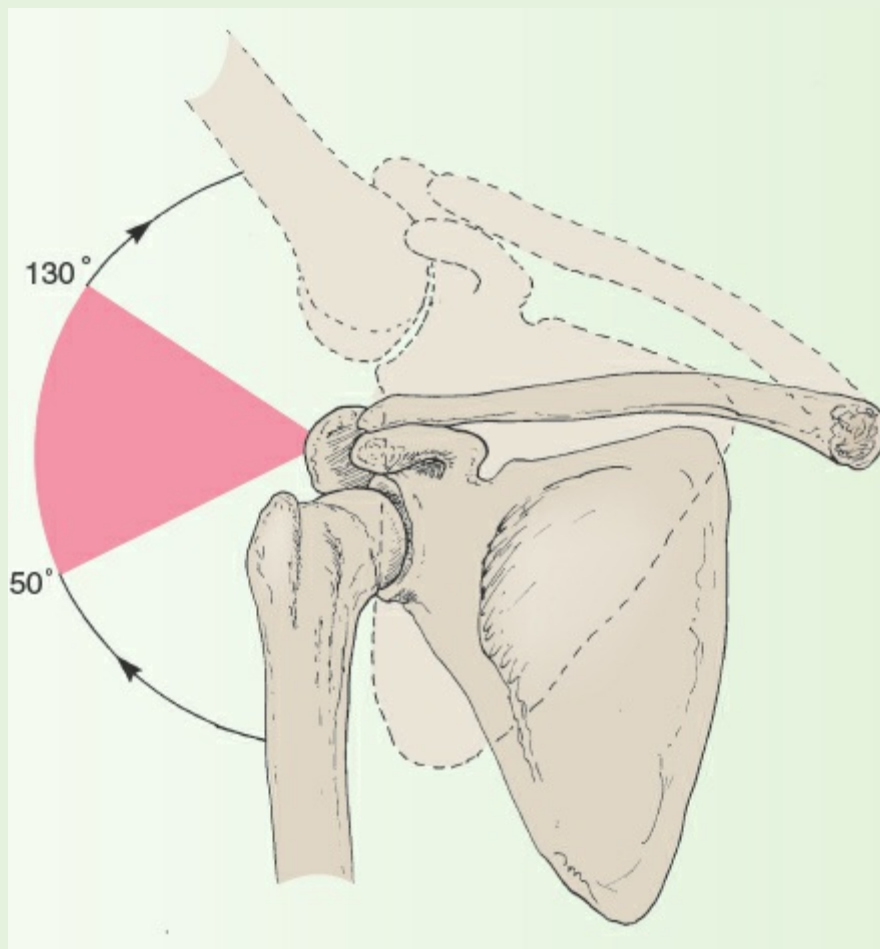


Figura 3-43 Bursitis subacromial, tendinitis supraespinosa o pericapsulitis que muestra el arco doloroso en la mitad de la amplitud del movimiento durante la abducción, cuando el área enferma

choca con el borde lateral del acromion.

Brazo

Los músculos y las principales estructuras neurovasculares del brazo se muestran en las figuras 3-24 a 3-27. Los músculos se resumen en la [tabla 3-6](#).

Compartimentos osteofasciales

Los músculos del brazo se organizan en dos compartimentos osteofasciales: anterior y posterior. Los músculos influyen en las articulaciones del hombro o el codo; los músculos del compartimento anterior actúan principalmente como flexores y el músculo del compartimento posterior actúa principalmente como extensor. El nervio musculocutáneo inerva todo el compartimento anterior, mientras que el nervio radial inerva el compartimento posterior.

Músculo bíceps braquial

El **bíceps braquial** forma parte del compartimento anterior del brazo. Es un potente flexor de la articulación del codo y un débil flexor de la articulación del hombro. Además, el bíceps braquial es un poderoso supinador, especialmente durante la supinación contra una resistencia. Puede observarse su acción en la supinación usando el brazo derecho para introducir un sacacorchos en el corcho o un tornillo en la madera con un destornillador. Sin embargo, esta prueba funciona solo cuando se usa el brazo derecho y no el izquierdo.

Tabla 3-6 Músculos del brazo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS ^a	ACCIÓN
COMPARTIMENTO ANTERIOR					
Bíceps braquial					
Cabeza larga	Tubérculo supraglenoideo de la escápula	Tuberosidad del radio y aponeurosis bicipital en la fascia profunda del antebrazo	Nervio musculocutáneo	C5, C6	Supina el antebrazo y flexiona la articulación del codo; flexiona débilmente la articulación del hombro.
Cabeza corta	Proceso coracoides de la escápula				
Coracobraquial	Proceso coracoides de la escápula	Cara medial del cuerpo (diáfisis) del húmero	Nervio musculocutáneo	C5, C6 , C7	Flexiona el brazo y también es un aductor débil.
Braquial	Mitad inferior de las caras anteriores del húmero	Proceso coronoideas de la ulna	Nervio musculocutáneo	C5, C6	Flexiona la articulación del codo.
COMPARTIMENTO POSTERIOR					
Tríceps					
Cabeza larga	Tubérculo infra-glenoideo de la escápula				
Cabeza lateral	Mitad superior de la cara posterior del cuerpo del húmero	Olécranon de la ulna	Nervio radial	C6, C7, C8	Extensión de la articulación del codo.
Cabeza medial	Mitad inferior de la cara posterior del cuerpo (diáfisis) del húmero				

^aLa raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Antebrazo

Los músculos y las estructuras neurovasculares principales del antebrazo se muestran en las figuras 3-30 a 3-35. Los músculos se resumen en las tablas 3-7 a 3-9.

Compartimentos osteofasciales

Los músculos del antebrazo están organizados en tres compartimentos osteofasciales: anterior, lateral y posterior. Los músculos influyen en el codo, la muñeca y los dedos. Los músculos del compartimento anterior producen principalmente flexión o pronación, mientras que los músculos del compartimento lateral y posterior producen principalmente extensión o supinación. Los nervios mediano y ulnar inervan el compartimento anterior, mientras que el radial inerva los compartimentos lateral y posterior.

Músculos del compartimento osteofascial anterior

Los músculos del compartimento osteofascial anterior se organizan en tres grupos: superficial, intermedio y profundo. Obsérvese que los músculos del grupo superficial poseen un tendón de origen común que está insertado en el epicóndilo medial del húmero.

- **Grupo superficial.** Flexor ulnar de la muñeca, palmar largo, flexor radial de la muñeca y pronador redondo.
- **Grupo intermedio.** Flexor superficial de los dedos.
- **Grupo profundo.** Flexor profundo de los dedos, flexor largo del pulgar y pronador cuadrado.

Músculos del compartimento osteofascial lateral

Los músculos braquiorradial y extensor radial largo de la muñeca son los dos miembros del compartimento osteofascial lateral. Algunos autores consideran este grupo como parte del compartimento osteofascial posterior.



Notas clínicas

Artritis del bíceps braquial y del hombro

El tendón de la cabeza larga del bíceps se inserta en el tubérculo supraglenoideo dentro de la articulación del hombro. Los cambios osteoartríticos avanzados en la articulación pueden llevar a la erosión y deshilachamiento del tendón debido a crecimientos osteofíticos, y puede producirse una rotura del tendón.

Tabla 3-7 Músculos del compartimento osteofascial anterior del antebrazo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS ^a	ACCIÓN
Pronador redondo					
Cabeza del húmero	Epicóndilo medial del húmero	Cara lateral del cuerpo del radio	Nervio mediano	C6, C7	Prona y flexiona el antebrazo.
Cabeza de la ulna	Borde medial del proceso coronoideos de la ulna				
Flexor radial de la muñeca	Epicóndilo medial del húmero	Bases del segundo y tercer metacarpianos	Nervio mediano	C6, C7	Flexiona y abduce la mano en la articulación de la muñeca.
Palmar largo	Epicóndilo medial del húmero	Retináculo flexor y aponeurosis palmar	Nervio mediano	C7, C8	Flexiona la mano.
Flexor ulnar de la muñeca					
Cabeza del húmero	Epicóndilo medial del húmero	Hueso pisiforme, gancho del <i>hamatum</i> , base del quinto hueso metacarpiano	Nervio ulnar	C8; T1	Flexiona y aduce la mano en la articulación de la muñeca.
Cabeza de la ulna	Cara medial del olécranon y borde posterior de la ulna				
Flexor superficial de los dedos					
Cabeza humeroulnar	Epicóndilo medial del húmero, borde medial del proceso coronoideos de la ulna	Falange media de los cuatro dedos mediales	Nervio mediano	C7, C8; T1	Flexiona la falange media de los dedos y ayuda a flexionar la falange proximal y la mano.
Cabeza del radio	Línea oblicua sobre la cara anterior del cuerpo (diáfisis) del radio				
Flexor largo del pulgar	Cara anterior del cuerpo (diáfisis) del radio	Falange distal del pulgar	Ramo interóseo anterior del nervio mediano	C8; T1	Flexiona la falange distal del pulgar.
Flexor profundo de los dedos	Cara anteromedial del cuerpo (diáfisis) de la ulna	Falanges distales de los cuatro dedos mediales	Nervios ulnar (mitad medial) y mediano (mitad lateral)	C8; T1	Flexiona la falange distal de los dedos; ayuda a flexionar las falanges medias y proximales y de la muñeca.
Pronador cuadrado	Cara anterior del cuerpo (diáfisis) de la ulna	Cara anterior del cuerpo (diáfisis) del radio	Ramo interóseo anterior del nervio mediano	C8; T1	Prona el antebrazo.

^aLa raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Tabla 3-8 Músculos del compartimento osteofascial lateral del antebrazo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS ^a	ACCIÓN
Braquiorradial	Cresta supracondílea lateral del húmero	Base del proceso estiloides del radio	Nervio radial	C5, C6, C7	Flexiona el antebrazo en la articulación del codo; rota el antebrazo a la posición de semipronación.
Extensor radial largo de la muñeca	Cresta supracondílea lateral del húmero	Cara posterior de la base del segundo metacarpiano	Nervio radial	C6, C7	Extiende y abduce la mano en la articulación de la muñeca.

^aLa raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Tabla 3-9 Músculos del compartimento osteofascial posterior del antebrazo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS*	ACCIÓN
Extensor radial corto de la muñeca	Epicóndilo lateral del húmero	Cara posterior de la base del tercer hueso metacarpiano	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende y abduce la mano en la articulación de la muñeca.
Extensor de los dedos	Epicóndilo lateral del húmero	Falanges medias y distales de los cuatro dedos trifalángicos	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende los dedos y la mano (véase el texto para más detalles).
Extensor del meñique	Epicóndilo lateral del húmero	Expansión extensora del meñique	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende la articulación metacarpofalángica del meñique.
Extensor ulnar de la muñeca (ulnar posterior)	Epicóndilo lateral del húmero	Base del quinto metacarpiano	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende y aduce la mano en la articulación de la muñeca.
Ancóneo	Epicóndilo lateral del húmero	Cara lateral del olécranon de la ulna	Nervio radial	C7, C8; T1	Extiende la articulación del codo.
Supinador	Epicóndilo lateral del húmero, ligamento anular de la articulación radioulnar proximal y la ulna	Cuello y cuerpo (diáfisis) del radio	Ramo profundo del nervio radial	C5, C6	Supina el antebrazo.
Abductor largo del pulgar	Cara posterior de los cuerpos (diáfisis) del radio y la ulna	Base del primer metacarpiano	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Abduce y extiende el pulgar.
Extensor corto del pulgar	Cara posterior del cuerpo (diáfisis) del radio	Base de la falange proximal del pulgar	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende la articulación metacarpofalángica del pulgar.
Extensor largo del pulgar	Cara posterior del cuerpo (diáfisis) de la ulna	Base de la falange distal del pulgar	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende la falange distal del pulgar.
Extensor del índice	Cara posterior del cuerpo (diáfisis) de la ulna	Expansión extensora del dedo índice	Ramo profundo del nervio radial	C7, C8	Extiende la articulación metacarpofalángica del dedo índice.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.



Notas clínicas

Síndrome compartimental del antebrazo

Los compartimentos del antebrazo son espacios muy compactos con muy poco espacio adicional. Cualquier edema puede causar compresión secundaria de los vasos sanguíneos, afectando primero a las venas y, después, las arterias. Normalmente se debe a una lesión de los tejidos blandos, cuyo diagnóstico precoz es vital. Los signos tempranos incluyen alteración de la sensibilidad en la piel (por la isquemia de los nervios sensitivos que pasan por el compartimento), dolor excesivo a cualquier lesión (por la compresión sobre los nervios dentro del compartimento), dolor al estiramiento pasivo de los músculos que atraviesan el compartimento (por la isquemia muscular), sensibilidad de la piel sobre el compartimento (signo tardío producido por edema) y ausencia de llenado capilar en los lechos ungueales (por la compresión arterial dentro del compartimento). Una vez hecho el diagnóstico, debe realizarse una insición quirúrgica en la fascia (aponeurosis) profunda para descomprimir el compartimento afectado. Un retraso en el tratamiento de tan solo 4 h puede causar daños irreversibles en los músculos.

Contractura isquémica de Volkmann

La contractura isquémica de Volkmann afecta los músculos del antebrazo; en general, se produce por fracturas del extremo distal del húmero o del radio y la ulna. En este síndrome, un segmento localizado de la arteria braquial sufre espasmos, lo que reduce el flujo arterial a los músculos flexores y extensores, los cuales, por lo tanto, sufren una necrosis isquémica. Los músculos flexores

son más grandes que los extensores y, por lo tanto, se afectan con mayor frecuencia. Los músculos son reemplazados por tejido fibroso, que se retrae, produciendo la deformidad. Los casos más habituales se producen por una escayola demasiado apretada, aunque algunas veces puede deberse a una fractura propiamente dicha. La deformidad puede describirse solo si se conoce y comprende la anatomía de la región. Hay tres tipos de deformidades:

- Los músculos flexores largo de la muñeca y de los dedos están más contraídos que los músculos extensores, y la articulación de la muñeca se flexiona; los dedos se extienden. Si la articulación de la muñeca se extiende de forma pasiva, los dedos se flexionan.
- Los músculos extensores largos a los dedos, que se insertan en la expansión extensora fijada a la falange proximal, se contraen considerablemente; las articulaciones metacarpofalángicas y la articulación de la muñeca se extienden, y las articulaciones interfalángicas de los dedos se flexionan.
- Se contraen los músculos flexor y extensor del antebrazo. La articulación de la muñeca se flexiona, las articulaciones metacarpofalángicas se extienden y las interfalángicas se flexionan.

Ausencia de palmar largo

Casi el 10% de las personas carecen del músculo palmar largo en uno o ambos lados del antebrazo. Otros muestran una variación en la forma, como un vientre muscular en posición central o distal en lugar de uno proximal. Debido a que el músculo es relativamente débil, su ausencia no produce discapacidad.

Codo de tenista

Un desgarramiento parcial o la degeneración del origen de los músculos extensores superficiales del epicóndilo lateral del húmero produce el denominado *codo de tenista*. Se caracteriza por dolor espontáneo y sensibilidad a la palpación sobre el epicóndilo lateral del húmero, con dolor que se irradia hacia la cara lateral del antebrazo; es frecuente en tenistas y violinistas.

Sinovitis estenosante de los tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar

Como resultado de la fricción repetida entre estos tendones y el proceso estiloides del radio, en ocasiones pueden originarse edemas e hinchazones. Luego, la fibrosis de la vaina sinovial produce una afección conocida como **tenosinovitis estenosante**, caracterizada por la restricción del movimiento de los tendones. Los casos avanzados requieren incisión quirúrgica a lo largo de la vaina constreñida.

Rotura del tendón del extensor largo del pulgar

La rotura de este tendón puede producirse después de una fractura del tercio distal del radio. La rugosidad del tubérculo dorsal del radio producida por la línea de fractura puede originar una fricción excesiva en el tendón, que puede romperse. La artritis reumatoide también puede ocasionar la rotura de este tendón.

Obsérvese que el braquiorradial es una excepción a las funciones generales asociadas con los músculos de los compartimentos lateral y posterior del antebrazo, ya que es un flexor importante del codo en lugar de un extensor.

Músculos del compartimento osteofascial posterior

Los músculos del compartimento osteofascial posterior están dispuestos en dos

grupos: superficial y profundo. Los músculos del grupo superficial tienen un tendón de origen común que está insertado en el epicóndilo lateral del húmero.

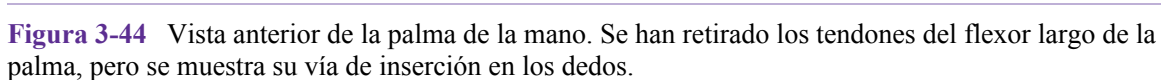
- **Grupo superficial.** Extensor radial corto de la muñeca, extensor de los dedos, extensor del meñique, extensor ulnar de la muñeca y ancóneo.
- **Grupo profundo.** Supinador, abductor largo del pulgar, extensor corto del pulgar, extensor largo del pulgar y extensor del índice.

Mano

Los músculos y las principales estructuras neurovasculares de la mano se muestran en las figuras 3-44 y 3-45 (*véanse también* figs. 3-34, 3-35 y 3-37 a 3-41). Los compartimentos de la mano se resumen en la [tabla 3-10](#). Los músculos intrínsecos (pequeños) se resumen en la [tabla 3-11](#).

Compartimentos osteofasciales

Los músculos de la mano pueden describirse como extrínsecos o intrínsecos. Los primeros se originan fuera de la mano propiamente dicha (en el antebrazo) y se insertan dentro de la mano a través de tendones largos. Los músculos intrínsecos (músculos pequeños) se originan y se insertan dentro de la mano. Tanto los músculos extrínsecos como los intrínsecos están organizados en cinco compartimentos osteofasciales dentro de la mano. Cuatro compartimentos (tenar, hipotenar, central [mediopalmar] e interóseo) se localizan en la cara palmar de la mano. El compartimento (dorsal/extensor) está relacionado con el dorso de la mano.



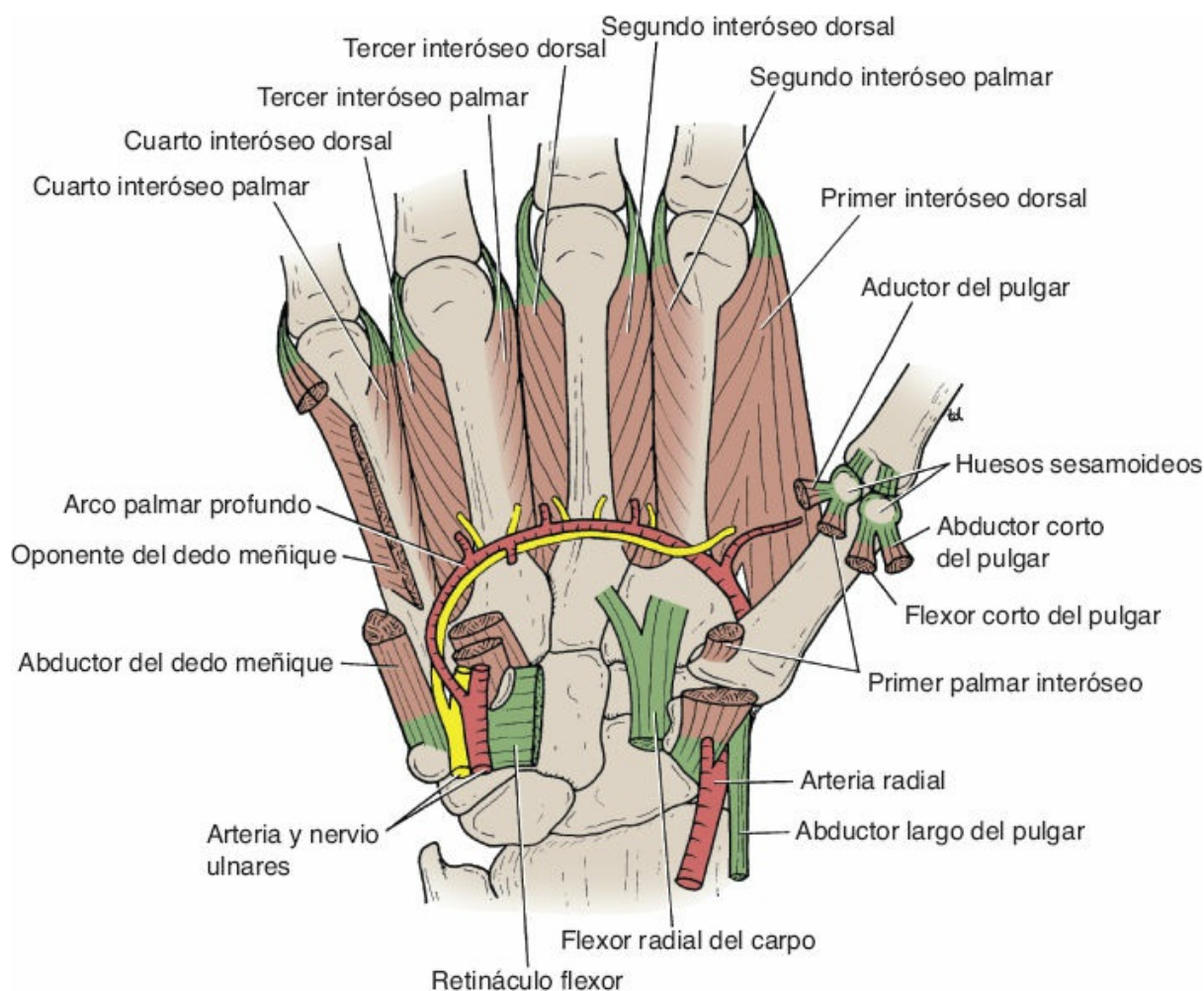


Figura 3-45 Vista anterior de la palma de la mano que muestra el arco palmar profundo y el ramo terminal profundo del nervio ulnar. También se muestran los interóseos.

Tabla 3-10 Compartimento osteofascial de la mano

COMPARTIMENTOS	MÚSCULOS	NERVIO(S) MOTOR(ES)
Tenar	Flexor corto del pulgar Abductor corto del pulgar Oponente del pulgar	Nervio mediano (ramo recurrente)
Hipotenar	Flexor del meñique Abductor del meñique Oponente del meñique	Nervio ulnar (ramo profundo)
Central (mediopalmar)	Tendones de los flexores largos extrínsecos de los dedos (flexor superficial de los dedos, flexor profundo de los dedos, flexor largo del pulgar) Músculos lumbricales	Nervio mediano Nervio ulnar (ramo profundo)
Interóseos	Aductor del pulgar Interóseo palmar Interóseo dorsal	Nervio ulnar (ramo profundo)

Dorsal (extensor)

Tendones de los extensores
largos de los dedosNo hay nervios motores
intrínsecos**Tabla 3-11** Músculos intrínsecos de la mano

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS ^a	ACCIÓN
Palmar corto	Retináculo flexor, aponeurosis palmar	Piel de la mano	Ramo superficial del nervio ulnar	C8; T1	Arruga la piel para mejorar el agarre palmar.
Lumbricales (4)	Tendones del flexor profundo de los dedos	Expansión extensora de los cuatro dedos mediales	1.º y 2.º (es decir, laterales) del nervio mediano; ramos profundos 3.º y 4.º del nervio ulnar	C8; T1	Flexiona las articulaciones metacarpofalángicas y extiende las articulaciones interfalángicas de los dedos, excepto el pulgar.
Interóseos (8)					
Palmares (4)	El primero nace en la base del primer metacarpiano; los tres restantes de la cara anterior del cuerpo (diáfisis) del 2.º, 4.º y 5.º metacarpianos	Falanges proximales de los dedos pulgar e índice, anular y meñique y expansión extensora dorsal de cada dedo (véase fig. 9-69)	Ramo profundo del nervio ulnar	C8; T1	Los interóseos palmares adducen los dedos hacia el centro del tercer dedo.
Dorsales (4)	Lados contiguos de los cuerpos (diáfisis) de los metacarpianos	Falanges proximales de los dedos índice, medio y anular y expansión extensora (véase fig. 9-69)	Ramo profundo del nervio ulnar	C8; T1	Los interóseos dorsales abducen los dedos desde el centro del tercer dedo; tanto flexión dorsal como palmar de las articulaciones metacarpofalángicas y extensión de las articulaciones interfalángicas.
Músculos cortos del pulgar					
Abductor corto del pulgar	Escafoides, trapecio, retináculo flexor	Base de la falange proximal del pulgar	Nervio mediano	C8; T1	Abduce el pulgar.
Flexor corto del pulgar	Retináculo flexor	Base de la falange proximal del pulgar	Nervio mediano	C8; T1	Flexiona la articulación metacarpofalángica del pulgar.
Oponente del pulgar	Retináculo flexor	Cuerpo (diáfisis) del metacarpiano del pulgar	Nervio mediano	C8; T1	Tira del pulgar antero-medialmente a través de la palma.

Tabla 3-11 Músculos intrínsecos de la mano (continuación)

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍCES NERVIOSAS ^a	ACCIÓN
Aductor del pulgar	Cabeza oblicua; segundo y tercer huesos metacarpianos; cabeza transversa; borde anterior del tercer hueso metacarpiano	Base de la falange proximal del pulgar	Ramo profundo del nervio ulnar	C8; T1	Adduce el pulgar.
Músculos cortos del meñique					
Abductor del meñique	Hueso pisiforme	Base de la falange proximal del meñique	Ramo profundo del nervio ulnar	C8; T1	Abduce el meñique.
Flexor del meñique	Retináculo flexor	Base de la falange proximal del meñique	Ramo profundo del nervio ulnar	C8; T1	Flexiona el meñique.
Oponente del meñique	Retináculo flexor	Borde medial del quinto metacarpiano	Ramo profundo del nervio ulnar	C8; T1	Tira del quinto metacarpiano anteriormente como en el ahuecamiento de la mano.

^aLa raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Vainas fibrosas flexoras

La cara anterior de cada dedo (fig. 3-46; véase también fig. 3-44), desde la cabeza del metacarpiano hasta la base de la falange distal, contienen una fuerte vaina fibrosa insertada a los lados de las falanges. El extremo proximal de la vaina fibrosa está abierto, mientras que el distal está cerrado e insertado en la base de la falange distal. La vaina y los huesos forman un túnel ciego, que contiene los tendones flexores del dedo. En el pulgar, el túnel osteofibroso contiene el tendón del flexor largo del pulgar. En el caso de los cuatro dedos mediales, el túnel está ocupado por los tendones de los flexores superficial y profundo de los dedos (véase fig. 3-46B). La vaina fibrosa es gruesa sobre las falanges, pero delgada y laxa sobre las articulaciones.

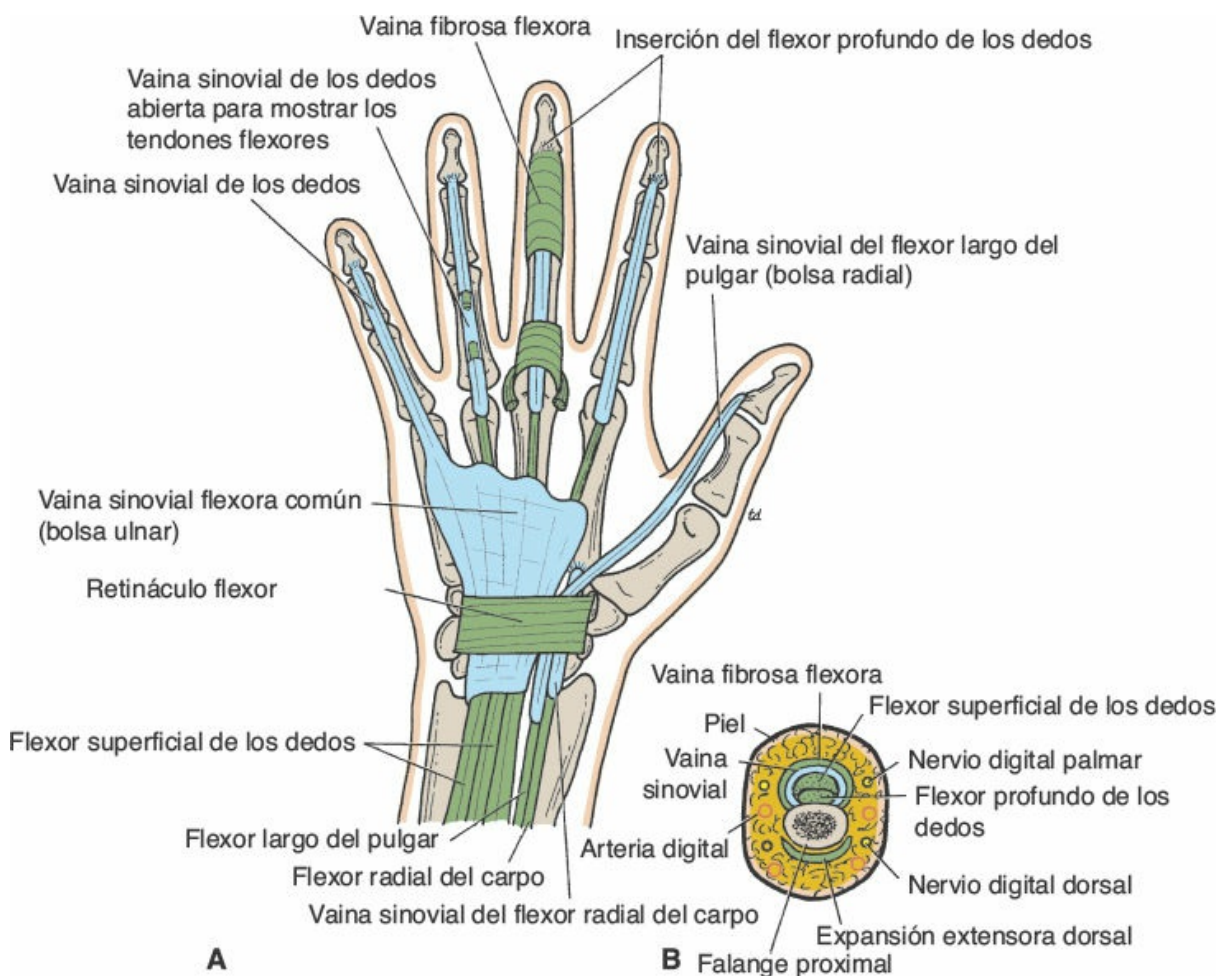


Figura 3-46 Vainas fibrosas y flexoras sinoviales en la mano. **A.** Vista anterior de la palma de la mano. **B.** Sección transversal de un dedo.

Vainas sinoviales flexoras

En la mano, los tendones del flexor superficial de los dedos y los músculos profundos se invaginan en una **vaina sinovial común** en la cara lateral (véase fig. 3-36). La porción medial de esta vaina común se extiende distalmente sin interrupción sobre los tendones del meñique (véase fig. 3-46A). La porción lateral de la vaina se detiene abruptamente en el medio de la palma, y los

extremos distales de los tendones del flexor largo del índice, medio y anular adquieren vainas sinoviales digitales cuando entran en los dedos. El tendón del flexor largo del pulgar tiene su propia vaina sinovial que pasa al interior del pulgar. Estas vainas permiten el movimiento suave de los tendones largos, con un mínimo grado de fricción, inferiores al retináculo flexor y las vainas fibrosas flexoras.

En casi la mitad de las personas, la vaina sinovial del flexor largo del pulgar (a veces denominada **bolsa radial**) se comunica con la vaina sinovial común de los tendones superficiales y profundos (a veces llamada **bolsa ulnar**) a nivel de la muñeca.

Las vínculas largas y cortas son pequeños pliegues vasculares de la membrana sinovial que conectan los tendones con la cara anterior de las falanges (fig. 3-47C). Se asemejan a un mesenterio y transportan los vasos sanguíneos a los tendones.

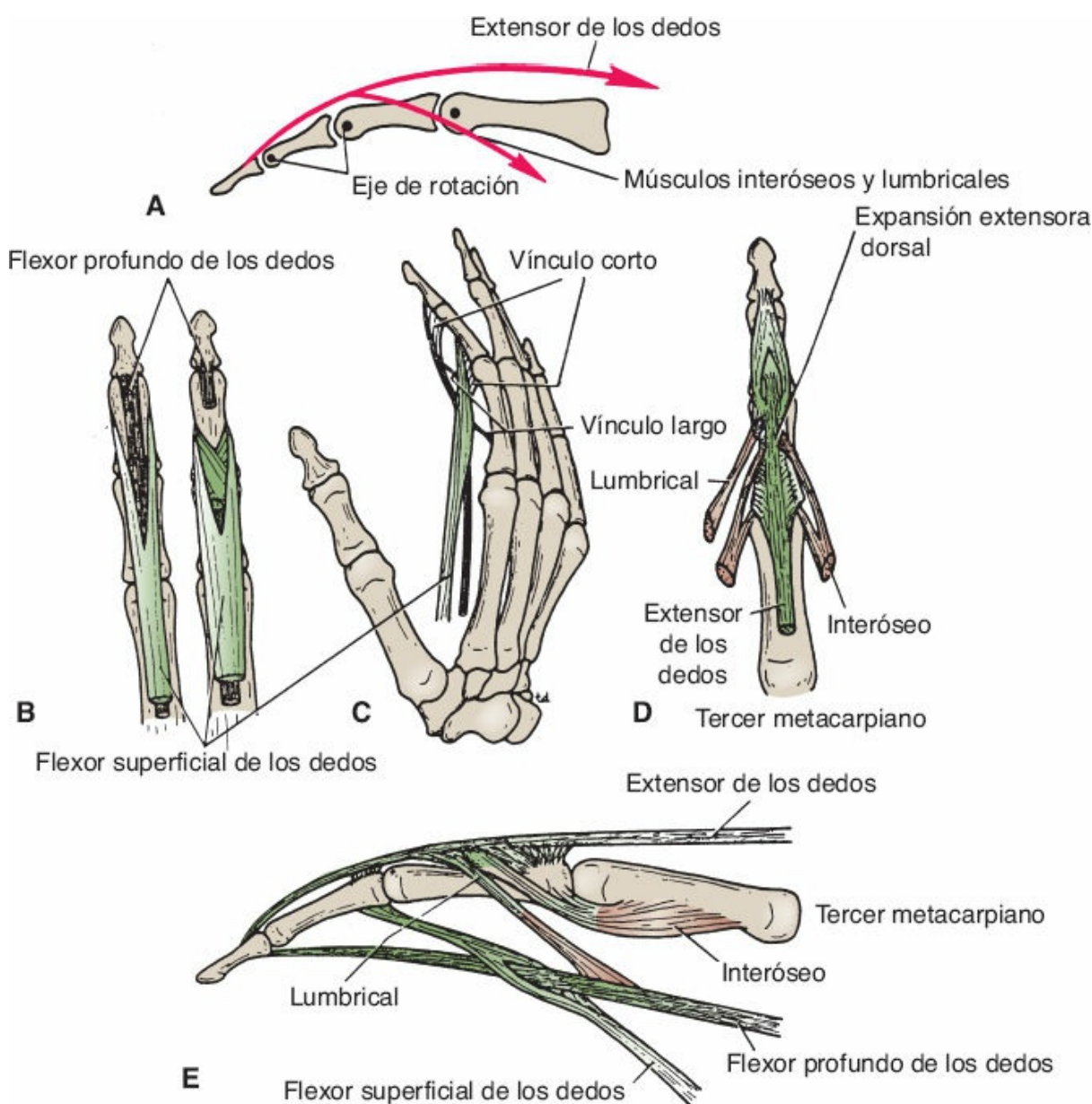


Figura 3-47 Inserciones de los tendones del extensor y flexor largos y los músculos lumbricales e

interóseos de los dedos. **A.** Vista lateral que muestra la acción de los músculos lumbricales e interóseos al flexionar las articulaciones metacarpofalángicas y extender las interfalángicas. **B.** Vista anterior que muestra la disposición de los tendones del músculo flexor superficial y los músculos profundos. **C.** Vista oblicua que muestra las vínculas largas y cortas. **D.** Vista posterior que ilustra la relación entre los músculos lumbricales e interóseos con la expansión dorsal. **E.** Vista lateral que muestra las relaciones de los tendones del flexor largo, los lumbricales, los interóseos y la expansión dorsal.



Notas clínicas

Tenosinovitis de las vainas sinoviales del tendón flexor

La tenosinovitis es una infección de la vaina sinovial. En general, se origina por la entrada de bacterias en una vaina a través de una pequeña herida punzante, como la que se produce con la punta de una aguja o una espina. Sin embargo, en raras ocasiones, la vaina también puede infectarse debido a la extensión de una infección del espacio del pulpejo.

La infección de una vaina digital produce la distensión de la vaina con pus; el dedo permanece semiflexionado y está hinchado. Cualquier intento por extender el dedo produce un dolor muy intenso producto del estiramiento de la vaina. A medida que el proceso inflamatorio continúa, la presión del interior de la vaina aumenta y puede comprimir la vascularización de los tendones que viajan por las vínculas largas y cortas (véase [fig. 3-47C](#)). Puede producirse una rotura o una cicatrización anómala de los tendones.

Un aumento adicional de la presión puede provocar la rotura del extremo proximal de la vaina. Anatómicamente, la vaina digital del dedo índice está relacionada con el espacio tenar, mientras que la del dedo anular está relacionada con el espacio mediopalmar. La vaina para el dedo medio está relacionada con ambos espacios mencionados. Estas asociaciones explican por qué la infección puede extenderse desde las vainas sinoviales digitales y comprometer los espacios fasciales palmares.

En el caso de una infección de las vainas digitales de los dedos meñique y pulgar, rápidamente se afectan las bolsas ulnar y radial. Si no se trata dicha infección, el pus puede escapar a través de los extremos proximales de estas bolsas y entrar en el espacio fascial del antebrazo entre el flexor profundo de los dedos superficialmente y el pronador cuadrado y la membrana interósea a un nivel más profundo. Este espacio fascial del antebrazo suele conocerse clínicamente como *espacio de Parona*.

Inserción del tendón del flexor largo

Cada tendón del flexor superficial de los dedos entra en su vaina fibrosa flexora correspondiente y luego se divide en dos mitades opuestas a la falange proximal (véanse [figs. 3-44](#) y [3-47B](#)). Ambas mitades pasan alrededor del tendón profundo y luego se unen profundas al tendón profundo, donde se produce una separación parcial de las fibras (véase [fig. 3-47B,E](#)). El tendón del flexor superficial, unido de nuevo, se divide casi de inmediato en dos bandas adicionales, que se unen a los bordes de la falange media. El tendón del flexor profundo de los dedos pasa a través de la división del tendón superficial y continúa distalmente, para insertarse en la cara anterior de la base de la falange distal (véanse [figs. 3-44](#) y [3-47B,E](#)). El resultado general es un “efecto de tipo ojal”, en el cual el tendón del flexor superficial dividido sirve como ojal para el paso del tendón profundo.

Músculo palmar corto

El pequeño músculo palmar corto (véase [fig. 3-37](#)) se origina en el retináculo

flexor y la aponeurosis palmar y se inserta en la piel de la palma. Se encuentra fuera de los compartimentos de la mano. Es innervado por el ramo superficial del nervio ulnar. Su función es arrugar la piel en la base de la eminencia hipotenar para mejorar el agarre palmar de objetos redondeados.

Músculos lumbricales

Los cuatro músculos lumbricales emergen en la mano desde los cuatro tendones del flexor profundo de los dedos y se insertan en los dedos dos a cinco. Sin embargo, cada músculo lumbrical se identifica por su número según su posición en la secuencia lateral a medial de los músculos, y no según el dedo en el que se inserta. Por lo tanto, el primer lumbrical se inserta en el segundo dedo, y así sucesivamente. Este desplazamiento de los números puede ser confuso cuando se trata de describir los lumbricales y sus acciones individuales. Los lumbricales flexionan las articulaciones metacarpofalángicas y extienden las articulaciones interfalángicas de los dedos dos a cinco (véase [fig. 3-47A,D,E](#)).

Músculos interóseos

Los ocho músculos interóseos comprenden cuatro interóseos palmares y cuatro interóseos dorsales. Algunos autores describen solo tres interóseos palmares y afirman que el primer interóseo palmar es una segunda cabeza hacia el flexor corto del músculo flexor o que forma parte del músculo aductor del pulgar. En cualquier caso, todos los interóseos (junto con los lumbricales) producen tanto la flexión de las articulaciones metacarpofalángicas como la extensión de las articulaciones interfalángicas de los dedos dos a cinco ([fig. 3-48](#); véase también [fig. 3-47A,D,E](#)). Además, los interóseos tienen acciones relevantes en la producción de aducción y abducción de los dedos. Los interóseos palmares aducen los dedos, mientras que los interóseos dorsales los abducen (véase [fig. 3-48](#)). Recuerdese: los palmares aducen, los dorsales abducen.



Notas clínicas

Dedo en resorte

En el dedo en resorte, se produce un chasquido palpable e incluso audible cuando se solicita al paciente que flexione y extienda los dedos. Ello se debe a la presencia de inflamación localizada de uno de los tendones del flexor largo, que queda atrapado en un estrechamiento de la vaina fibrosa flexora anterior a la articulación metacarpofalángica. Puede producirse en la flexión o en la extensión. La alteración similar que ocurre específicamente en el pulgar se conoce como **pulgar en resorte**. Puede tratarse quirúrgicamente mediante la incisión de la vaina fibrosa flexora.

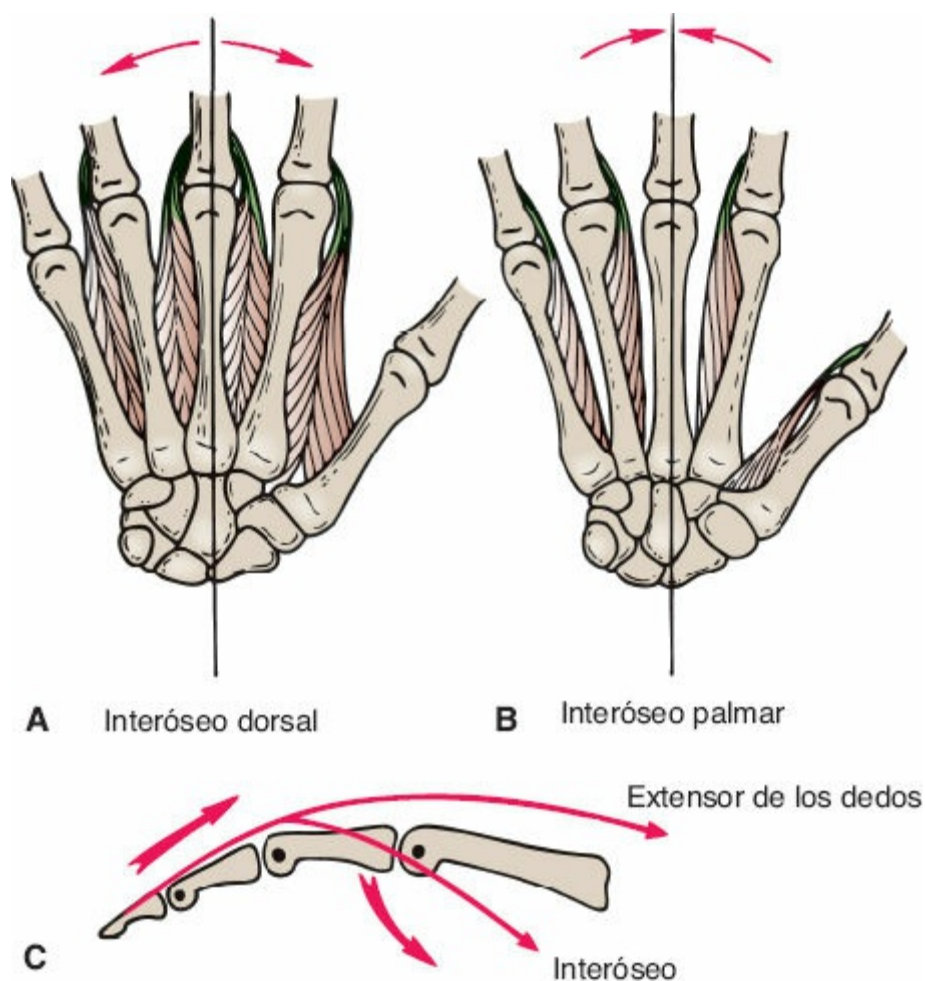


Figura 3-48 Inserciones y acciones de los músculos interóseos palmar y dorsal. **A.** Vista anterior de los interóseos dorsales que muestra su papel en la abducción. **B.** Vista anterior de los interóseos palmares que muestra su papel en la aducción. **C.** Vista lateral de los interóseos palmares que muestra su papel en la flexión y la extensión.

Inserción del tendón del extensor largo

Los cuatro tendones del extensor de los dedos emergen inferiores al retináculo extensor y se extienden sobre el dorso de la mano (véanse figs. 3-39 y 3-40). Los tendones están incluidos en la fascia profunda y, en conjunto, forman el techo de un espacio subfascial, que ocupa todo el ancho del dorso de la mano. Las fuertes bandas fibrosas oblicuas conectan los tendones con los dedos meñique, anular y medio, en orientación proximal con respecto a las cabezas de los huesos metacarpianos. La cara medial del tendón para el dedo índice se une a través del tendón del extensor índice, y la cara medial del tendón para el meñique se une a través de los dos tendones del extensor del meñique (véase fig. 3-39).

En la cara posterior de cada dedo, el tendón extensor se une a la expansión fascial denominada **expansión extensora** (fig. 3-49A; véanse también figs. 3-39 y 3-40). Cerca de la articulación interfalángica proximal, la expansión extensora se divide en tres partes: una porción central, que se inserta en la base de la falange media, y dos porciones laterales, que convergen para insertarse en la base de la falange distal.

La expansión extensora dorsal recibe el tendón de inserción del músculo

interóseo correspondiente en cada lado y, más distalmente, recibe el del músculo lumbrical en la cara lateral (véanse figs. 3-47D,E y 3-49A). Esta disposición, en la cual los tendones de los lumbricales y los interóseos emergen de la cara palmar de la mano y cruzan los ejes de rotación de los dedos para unirse en la cara dorsal de estos, es el mecanismo por el cual estos músculos realizan acciones aparentemente contradictorias de flexión de las articulaciones metacarpofalángicas y extensión de las articulaciones interfalángicas (véanse figs. 3-47A y 3-48C).

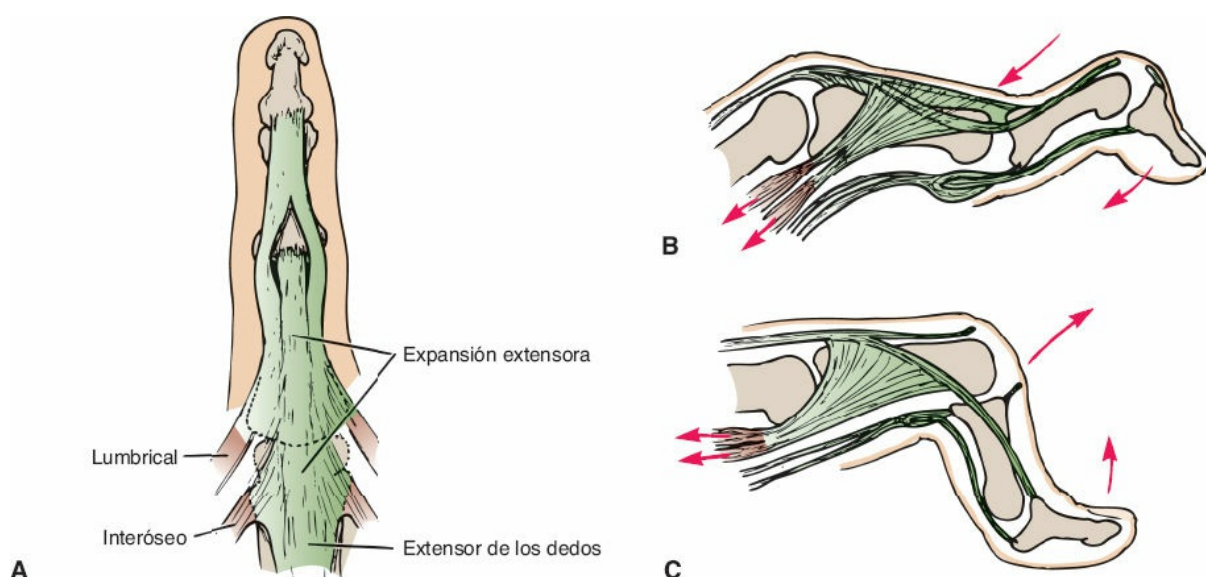


Figura 3-49 A. Vista posterior de la expansión extensora dorsal normal. La expansión extensora próxima a la articulación interfalángica proximal se divide en tres partes: una porción central, que se inserta en la base de la falange media, y dos porciones laterales, que convergen para insertarse en la base de la falange distal. B. Dedo en martillo o del beisbolista. La inserción de la expansión extensora en la base de la falange distal se rompe; a veces, se arranca un fragmento de hueso de la base de la falange. C. Deformidad en ojal (*boutonnière*). La inserción de la expansión extensora en la base de la falange media se rompe. Las flechas indican la dirección de la tracción de los músculos y la deformidad.



Notas clínicas

Dedo en martillo

La inserción de uno de los tendones extensores en las falanges distales puede avulsionarse si se flexiona forzosamente la falange distal cuando el tendón extensor está tenso. Se pierden los últimos 20° de extensión activa, lo que da lugar a una alteración conocida como “dedo en martillo” o “dedo del beisbolista” (véase fig. 3-49B).

Deformidad en ojal (*boutonnière*)

La avulsión de la banda central del tendón extensor proximal a su inserción en la base de la falange media produce una deformidad característica (véase fig. 3-49C). La deformidad se debe a la flexión de la articulación interfalángica proximal y la hiperextensión de la interfalángica distal. Esta lesión puede deberse a un traumatismo directo en el dedo, un traumatismo directo en la cara posterior de la articulación interfalángica proximal o una laceración del dorso del dedo.

Músculos del pulgar y el meñique

El compartimento tenar forma la **eminencia tenar**, que es la eminencia carnosa de la base del pulgar (primer dedo). El compartimento hipotenar forma la **eminencia hipotenar**, más pequeña, en la base del meñique (quinto dedo). Obsérvese que cada compartimento contiene tres músculos que reciben su nombre a partir de las funciones básicas que comparten: flexión, abducción y oposición.

Los cuatro músculos intrínsecos (cortos) del pulgar son el abductor corto del pulgar, el flexor corto del pulgar, el oponente del pulgar y el aductor del pulgar (véanse figs. 3-38, 3-41, 3-44 y 3-45). Recuérdese que solo los tres primeros forman la eminencia tenar.

El músculo oponente del pulgar tira del pulgar anteromedialmente hacia adelante a través de la palma de la mano para que la superficie palmar de la punta del pulgar pueda entrar en contacto con la superficie palmar de las puntas de los otros dedos en oposición verdadera. Es un músculo vital, ya que es el único músculo de oposición que permite que el pulgar forme una garra en la acción de pinza, necesaria para levantar objetos. Este complejo movimiento implica la flexión de las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica y una ligera abducción y rotación medial del hueso metacarpiano en la especializada primera articulación carpometacarpiana.

La abducción del pulgar puede describirse como un movimiento hacia adelante del pulgar en el plano anteroposterior. Tiene lugar en las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica.

La aducción del pulgar puede describirse como un movimiento hacia atrás del pulgar abducido en el plano anteroposterior. Devuelve el pulgar a su posición anatómica, que está en el mismo plano que la palma. El aductor del pulgar, en asociación con el flexor largo del pulgar y el oponente del pulgar, es uno de los principales responsables de la capacidad de pinza para el agarre del pulgar. La aducción del pulgar se produce en las articulaciones carpometacarpiana y metacarpofalángica.

Los músculos cortos del meñique son el abductor del meñique, el flexor corto del meñique y el oponente del meñique, que en conjunto forman la eminencia hipotenar. El oponente del meñique es el único músculo que permite una ligera rotación del quinto hueso metacarpiano. Sin embargo, su acción principal es ayudar al flexor del meñique a flexionar la articulación carpometacarpiana de dicho dedo tirando anteriormente del quinto metacarpiano y ahuecando la palma (véase a continuación *La mano como una unidad funcional*).

NERVIOS

La mayor parte de los nervios que inervan el miembro superior emergen de ramos primarios anteriores (ventrales) de los nervios espinales (véase [cap. 1, Introducción](#)). La mayoría de los derivados de los nervios espinales son ramos del plexo braquial.

Nervio accesorio espinal (NC XI)

El nervio accesorio es el único nervio craneal que inerva el miembro superior. Discurre inferiormente en el triángulo posterior del cuello sobre el músculo elevador de la escápula; lo hace junto a ramos de los ramos anteriores de los nervios cervicales tercero y cuarto. El nervio accesorio discurre a lo largo de la cara profunda del vientre del músculo trapecio en la unión de sus tercios medio e inferior (véase [fig. 3-19](#)). El nervio accesorio proporciona inervación motora al trapecio, mientras que los nervios cervicales proveen inervación sensitiva.

Plexo braquial

Los nervios que entran en el miembro superior tienen las siguientes funciones relevantes: inervación sensitiva de la piel y estructuras profundas, como las articulaciones; inervación motora a los músculos; influencia sobre los diámetros de los vasos sanguíneos a través de los nervios vasomotores simpáticos; y suministro secretomotor y simpático a las glándulas sudoríparas.

Los ramos anteriores, o ventrales, de los cuatro últimos nervios cervicales (C5-C8) y el primer nervio torácico, o dorsal (T1), se entremezclan entre sí en el triángulo posterior del cuello y forman una compleja red nerviosa denominada **plexo braquial** (figs. 3-50 y 3-51). De dicho plexo emergen nervios individuales que se distribuyen a través del miembro superior. Por lo tanto, las fibras nerviosas que se originan en segmentos individuales de la médula espinal contribuyen a la formación de múltiples nervios individuales. Así, cada nervio que se ramifica del plexo braquial transporta fibras de múltiples segmentos de la médula espinal.



Notas clínicas

Lesión del nervio accesorio

El nervio accesorio puede lesionarse como resultado de heridas penetrantes en el cuello (p. ej., heridas por arma blanca). La pérdida del músculo trapecio se analiza más adelante en este capítulo, en el apartado sobre la articulación del hombro.

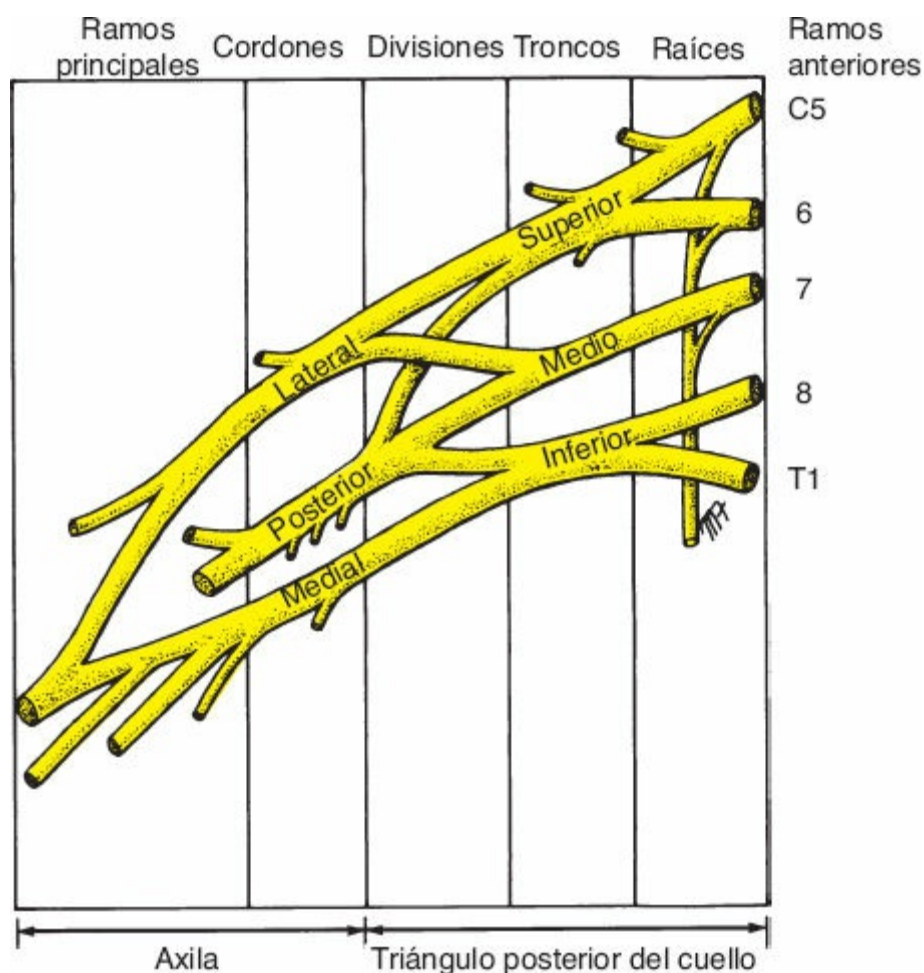


Figura 3-50 Formación de las partes principales del plexo braquial. Obsérvese la localización de las diferentes partes.

El plexo braquial puede subdividirse en partes denominadas *raíces*, *troncos*, *divisiones*, *cordones* y *ramos terminales* (véase [fig. 3-50](#)).

Las raíces son los ramos anteriores de los nervios espinales C5 a T1. La unión de las raíces C5 y C6 forma el **tronco superior**, la raíz de C7 forma el **tronco medial** y, finalmente, la unión de las raíces C8 y T1 forma el **tronco inferior**. Cada tronco da origen a una **división anterior** y otra **posterior**. La unión de las divisiones anteriores de los troncos superior y medio da origen al **cordón lateral**, la división anterior del tronco inferior forma el **cordón medial** y la unión de las divisiones posteriores de los tres troncos forma el **cordón posterior**.

El plexo en su totalidad ocupa una posición cervicobraquial (es decir, se localiza dentro del cuello y el miembro superior). La clavícula se localiza sobre el plexo de tal manera que lo divide en una porción supraclavicular (superior) y una infraclavicular (inferior). Raíces, troncos y divisiones del plexo braquial se hallan en la porción superior, en la porción inferior del triángulo posterior del cuello (se describen con detalle en el [capítulo 12](#), *Cabeza y cuello*). Los tres cordones se ubican en la región infraclavicular, en la axila, donde se disponen alrededor de la arteria axilar ([fig. 3-52](#); véase también [fig. 3-13](#)). En este punto, una envoltura de tejido conjuntivo denominada **vaina axilar** encierra el plexo

braquial y la arteria y la vena axilares.

Los tres cordones del plexo braquial se localizan por encima y laterales a la primera porción de la arteria axilar (véanse figs. 3-13 y 3-52). El cordón medial, posterior a la arteria, alcanza la cara medial de la segunda porción de la misma (véase fig. 3-52). El cordón posterior se localiza posterior a la segunda porción de la arteria, y el cordón lateral se ubica en la cara lateral de la segunda porción de la arteria. Por lo tanto, los cordones del plexo reciben su nombre de acuerdo con su relación con la segunda porción de la arteria axilar.

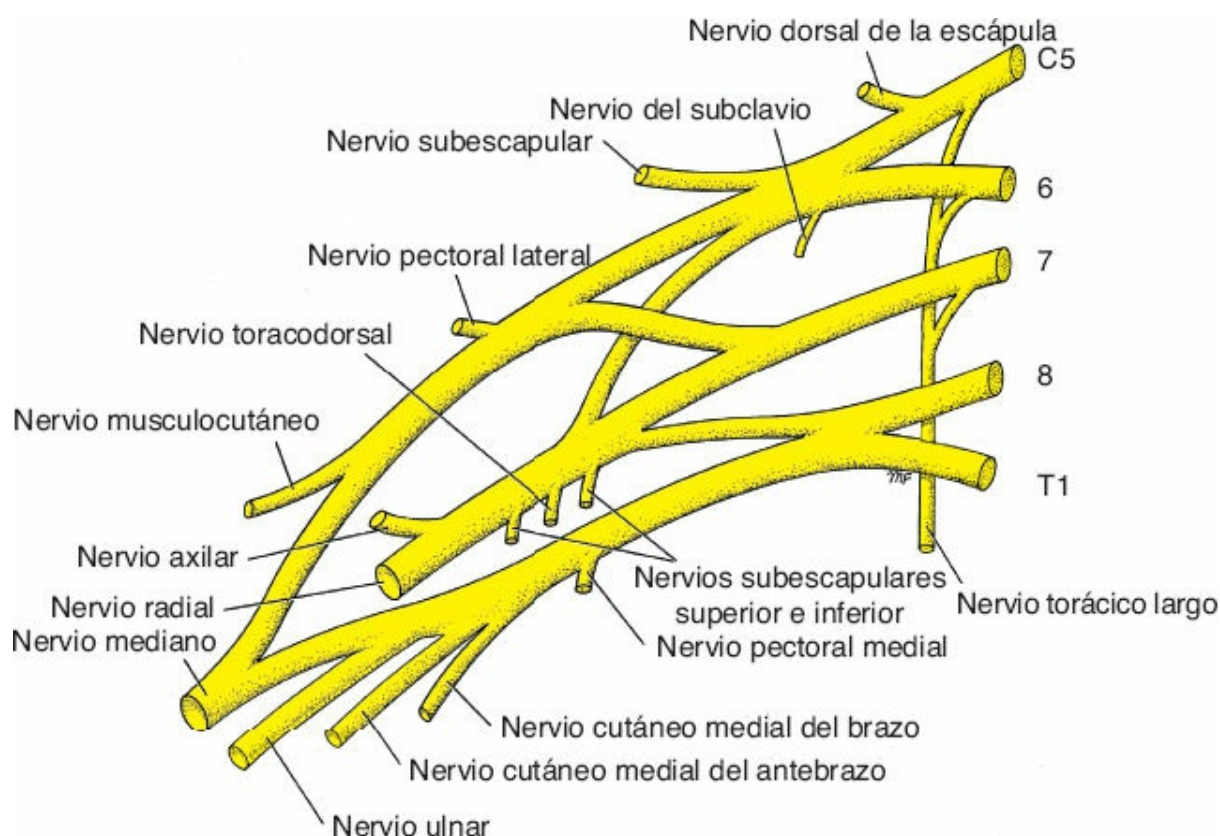


Figura 3-51 Raíces, troncos, divisiones, cordones y ramos terminales del plexo braquial.

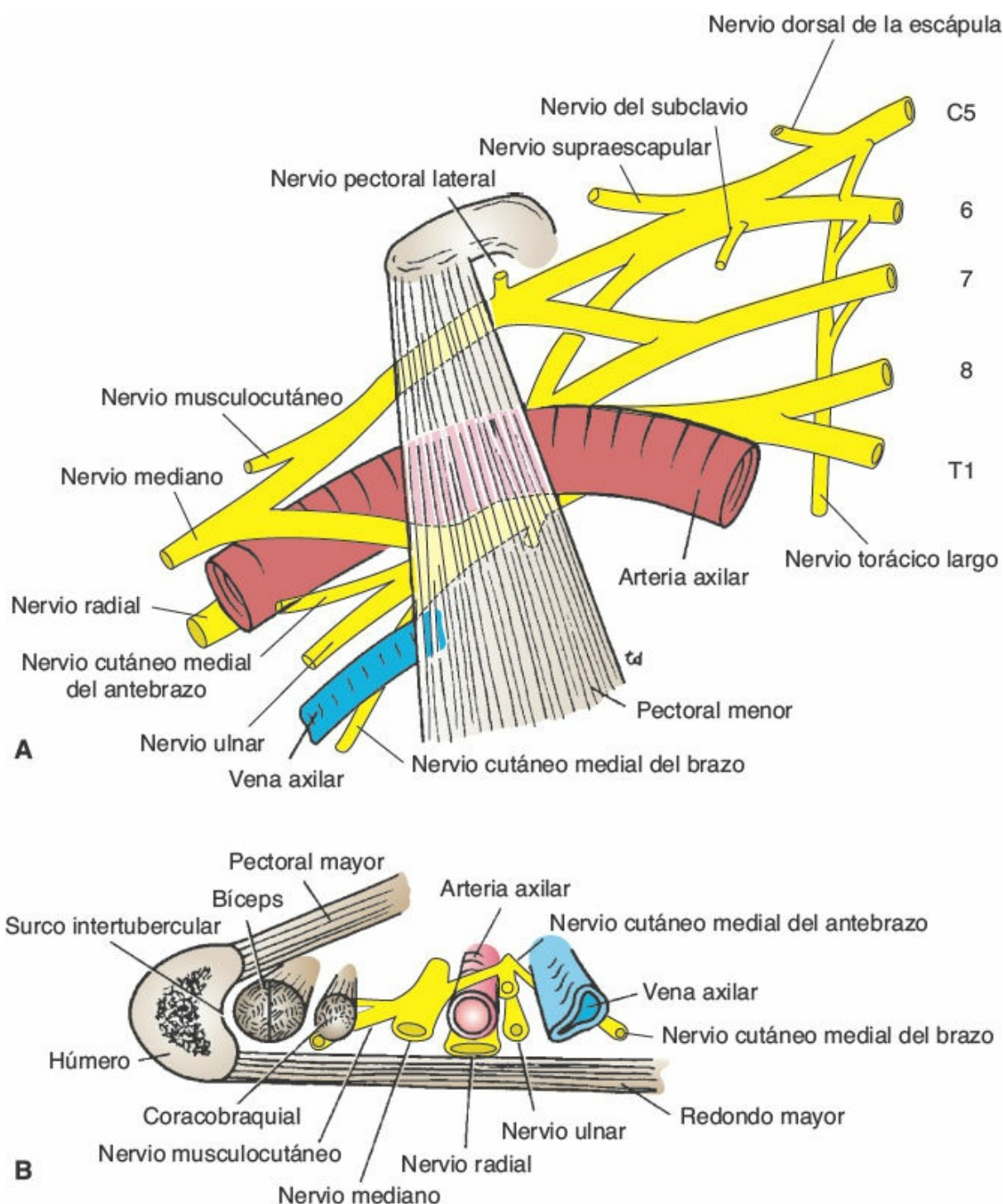


Figura 3-52 A. Relaciones del plexo braquial y sus ramos con la arteria y vena axilares. B. Sección a través de la axila a nivel del músculo redondo mayor.



Notas clínicas

Vaina axilar y bloqueo nervioso del plexo braquial

Dado que la vaina axilar encierra los vasos axilares y el plexo braquial, es bastante fácil conseguir un bloqueo nervioso del plexo braquial. Se cierra la porción distal de la vaina presionando con un dedo y se introduce una aguja en la porción proximal. Se inyecta la solución anestésica en la vaina y se masajea a lo largo de esta para producir el bloqueo nervioso. La ubicación de la vaina puede

verificarse a partir de la pulsación de la tercera porción de la arteria axilar.

Los cordones terminan dividiéndose en cinco ramos nerviosos terminales: los **nervios musculocutáneo, mediano, ulnar, axilar y radial** (véanse figs. 3-51 y 3-52). El cordón lateral da origen al nervio musculocutáneo y contribuye a la formación del nervio mediano. El cordón medial da origen al nervio ulnar y también contribuye a la formación del nervio mediano. El cordón posterior se divide en los nervios axilar y radial. El nervio axilar inerva la región del hombro. Los otros cuatro nervios son los ramos principales que se distribuyen a través de los compartimentos osteofasciales del miembro superior (fig. 3-53).

Los ramos de las diferentes partes del plexo braquial se describen más adelante. Los ramos y sus distribuciones se resumen en la [tabla 3-12](#). Las distribuciones de los cinco ramos terminales se resumen en las figuras 3-54 a 3-57.

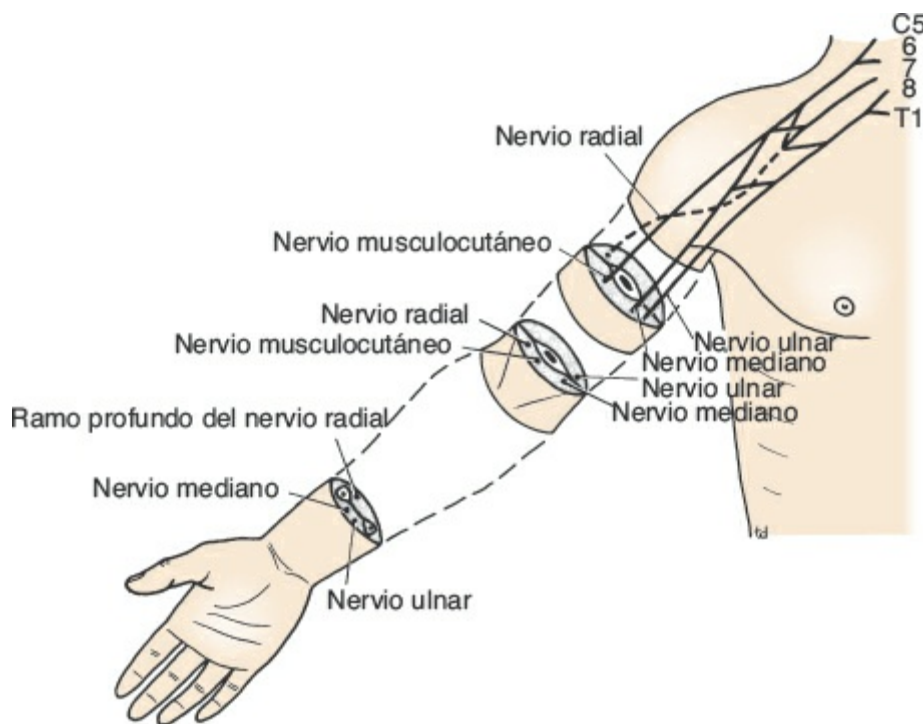


Figura 3-53 Distribución de los ramos principales del plexo braquial hacia diferentes compartimentos osteofasciales del brazo y el antebrazo.

- **Raíces**
 - Nervio dorsal de la escápula (C5)
 - Nervio torácico largo (C5 a C7)
- **Tronco superior**
 - Nervio del subclavio (C5, C6)
 - Nervio supraescapular (C5, C6)
- **Cordón lateral**
 - Nervio pectoral lateral
 - Nervio musculocutáneo

Raíz lateral del nervio mediano

- **Cordón medial**

Nervio pectoral medial

Nervios cutáneo medial del brazo y cutáneo medial del antebrazo

Nervio ulnar

Raíz medial del nervio mediano

- **Cordón posterior**

Nervios subescapulares superior e inferior

Nervio toracodorsal

Nervio axilar

Nervio radial

Tabla 3-12 Resumen de los ramos y distribución del plexo braquial

RAMOS	DISTRIBUCIÓN
Raíces	
Nervio dorsal de la escápula (C5)	Músculos romboides menor, romboides mayor, elevador de la escápula.
Nervio torácico largo (C5, C6, C7)	Músculo serrato anterior.
Tronco superior	
Nervio supraescapular (C5, C6)	Músculos supraespinoso e infraespinoso.
Nervio del subclavio (C5, C6)	Subclavio.
Cordón lateral	
Nervio pectoral lateral (C5, C6, C7)	Músculo pectoral mayor.
Nervio musculocutáneo (C5, C6, C7)	Músculos coracobraquial, bíceps braquial, braquial; inerva la piel a lo largo del borde lateral del antebrazo cuando se convierte en nervio cutáneo lateral del antebrazo.
Raíz lateral del nervio mediano	Véase raíz medial del nervio mediano.
Cordón posterior	
Nervio subescapular superior (C5, C6)	Músculo subescapular.
Nervio toracodorsal (C6, C7, C8)	Músculo dorsal ancho.
Nervio subescapular inferior (C5, C6)	Músculos subescapular y redondo mayor.
Nervio axilar (C5, C6)	Músculos deltoides y redondo menor; el nervio cutáneo lateral superior del brazo inerva la piel en la mitad inferior del músculo deltoides.
Nervio radial (C5, C6, C7, C8)	Tríceps, anconeo, parte del braquial, extensor radial largo de la

C8, T1)	muñeca; a través del ramo profundo del nervio radial inerva los músculos del antebrazo: supinador, extensor radial corto de la muñeca, extensor ulnar de la muñeca, extensor de los dedos, extensor del meñique, extensor del índice, abductor largo del pulgar, extensor largo del pulgar, extensor corto del pulgar; piel, nervio cutáneo lateral del brazo, nervio cutáneo posterior del brazo y nervio cutáneo posterior del antebrazo; piel sobre el dorso de la mano y la cara lateral de los tres dedos y medio laterales, ramos articulares para el codo, la muñeca y la mano.
Cordón medial	
Nervio pectoral medial (C8; T1)	Músculos pectoral mayor y menor.
Nervio cutáneo medial del brazo junto con el nervio intercostobraquial del segundo nervio intercostal (C8; T1, T2)	Piel de la cara medial del brazo.
Nervio cutáneo medial del antebrazo (C8; T1)	Piel de la cara medial del antebrazo.
Nervio ulnar (C8; T1)	Flexor ulnar de la muñeca y mitad medial del flexor profundo de los dedos, flexor del meñique, oponente del meñique, abductor del meñique, aductor del pulgar, tercer y cuarto lumbricales, interóseos, palmar corto, piel de la mitad medial del dorso de la mano y la palma, piel de las caras palmar y dorsal de un dedo y medio mediales.
La raíz medial del nervio mediano (con la raíz lateral) forma el nervio mediano (C5, C6, C7, C8; T1)	Pronador redondo, flexor radial de la muñeca, palmar largo, flexor superficial de los dedos, abductor corto de los dedos, flexor corto del pulgar, oponente del pulgar, primeros dos lumbricales (a través del ramo interóseo anterior), flexor largo del pulgar, flexor profundo de los dedos (mitad lateral), pronador cuadrado; ramo cutáneo palmar para la mitad lateral de la palma y ramos digitales para la cara palmar de los tres dedos y medio laterales; ramos articulares para el codo, la muñeca y las articulaciones de la muñeca.

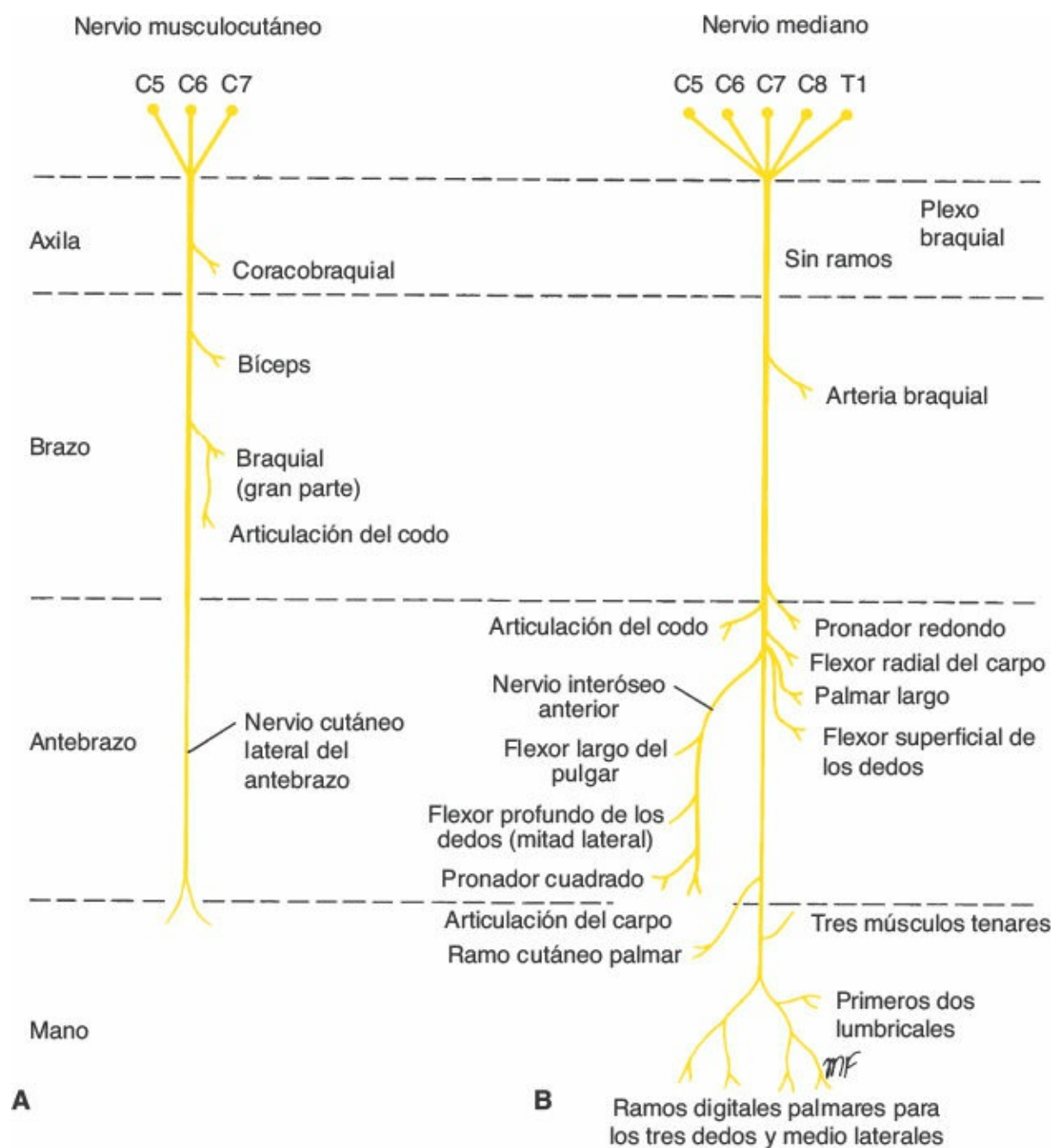


Figura 3-54 Resumen de los ramos principales de los nervios musculocutáneo (A) y mediano (B).

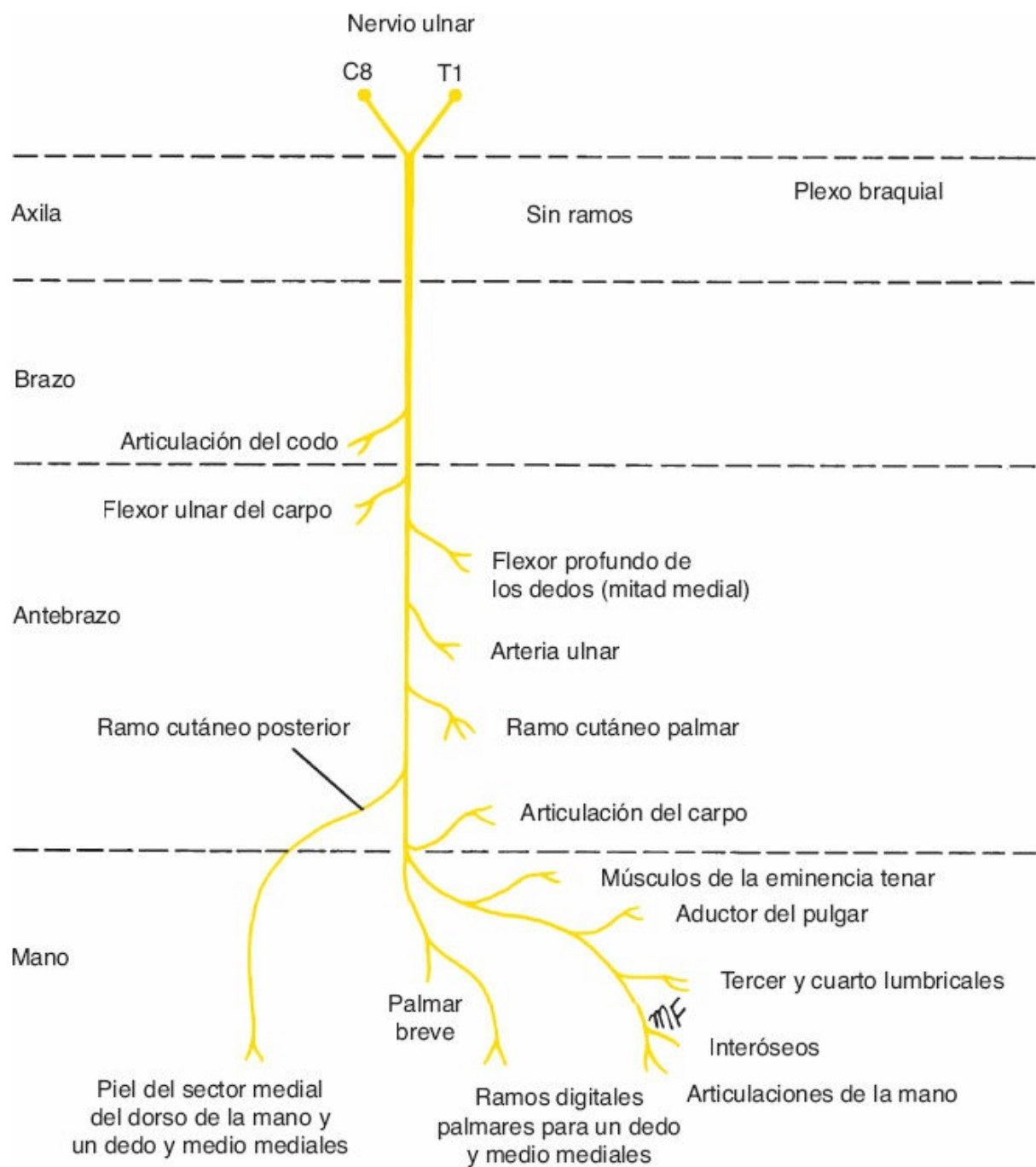


Figura 3-55 Resumen de los ramos principales del nervio ulnar.

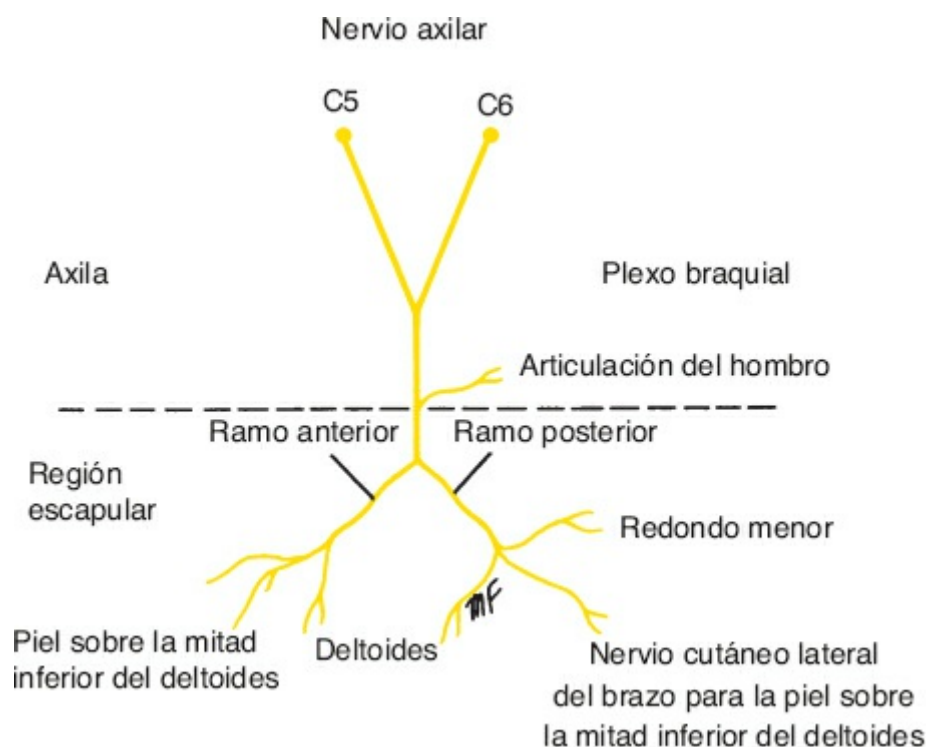


Figura 3-56 Resumen de los principales ramos del nervio axilar.

Piel

Varios nervios cutáneos de múltiples orígenes transportan neuronas aferentes de la piel del miembro superior (fig. 3-58). El **ramo posterior (dorsal) de los nervios espinales** (véase cap. 1, *Introducción*) inerva la piel de la región escapular. Sin embargo, los ramos posteriores C1 y C8 no inervan la piel. Los **nervios supraclaviculares** (C3, C4 del plexo cervical) proporcionan la inervación sensitiva de la piel sobre el vértice del hombro hasta la mitad del músculo deltoides. El **nervio cutáneo medial del brazo** (T1) y el **nervio intercostobraquial** (ramo del nervio intercostal T2) inervan la piel de la axila y la cara medial del brazo. Los ramos cutáneos de los cordones del plexo braquial y sus ramos terminales inervan el resto de la piel del miembro superior.

Ramos de las raíces del plexo braquial

El **nervio dorsal de la escápula** se ramifica desde la raíz de C5 del plexo braquial (véase fig. 3-51). Inerva el elevador de la escápula y el romboides.

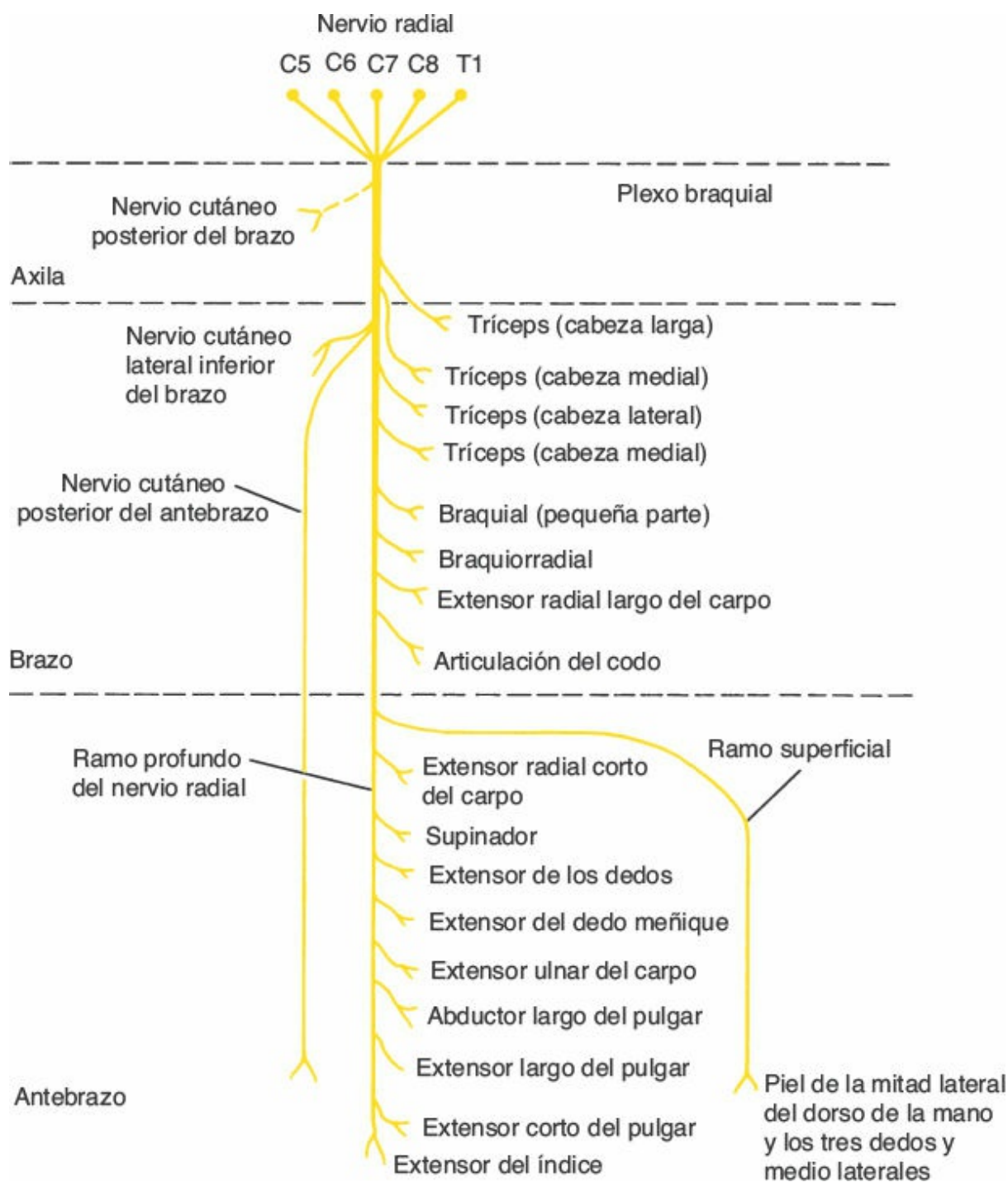


Figura 3-57 Resumen de los ramos principales del nervio radial.



Notas clínicas

Dermatomas y nervios cutáneos

En algunos casos, puede ser necesario confirmar la integridad de los segmentos C3 a T1 de la médula espinal. Los dermatomas para los segmentos cervicales superiores C3 a C6 se localizan a lo largo del borde lateral del miembro superior; el dermatoma C7 se halla sobre el dedo medio (tercer dedo); y los dermatomas para C8, T1 y T2 se encuentran a lo largo del borde medial del miembro. Las fibras nerviosas de un segmento particular de la médula espinal, aunque emergen de la médula en un nervio espinal del mismo segmento, pasan a la piel en dos o más nervios cutáneos diferentes.

Los nervios supraclaviculares inervan la piel sobre el muñón del hombro hasta la mitad de la cara lateral del músculo deltoides. El dolor puede referirse a esta región como resultado de lesiones inflamatorias que afectan la pleura o el peritoneo diafragmáticos. Los estímulos aferentes alcanzan la médula espinal a través de los nervios frénicos (C3, C4 y C5). Por lo tanto, el dolor en el hombro también puede deberse a pleuritis, peritonitis, abscesos subfrénicos o enfermedades de la vesícula biliar.

El **nervio torácico largo** (C5 a C7) se origina en las raíces del plexo braquial en el cuello y entra en la axila por el borde lateral de la primera costilla hacia los vasos axilares y el plexo braquial (véanse figs. 3-13 y 3-51). Discurre inferiormente sobre la cara superficial del músculo serrato anterior, al cual inerva (véase fig. 3-22). El nervio torácico largo es inusual, dado que es un nervio motor que entra en su músculo diana por su cara superficial, en lugar de hacerlo por la cara profunda del vientre muscular. Esta particularidad hace que este nervio sea especialmente susceptible de sufrir traumatismos (véanse las *Notas clínicas* sobre la lesión del nervio torácico largo).

Ramos de troncos y divisiones del plexo braquial

Los troncos medio e inferior del plexo braquial no tienen ramos. Los nervios que se presentan a continuación son ramos del tronco superior. El **nervio del subclavio** (C5 a C6) inerva el músculo subclavio (véanse figs. 3-13, 3-51 y 3-52). Tiene relevancia clínica porque puede contribuir a la inervación (C5) del nervio frénico. Este ramo, cuando está presente, se conoce como **nervio frénico accesorio**.

El **nervio supraescapular** (C5 a C6) se origina en el triángulo posterior del cuello y discurre inferolateralmente para alcanzar el borde superior de la escápula. En este punto, pasa a través de la escotadura de la escápula, inferior al ligamento supraescapular, para alcanzar la fosa supraespinosa (véase fig. 3-20). Inerva el músculo supraespinoso y luego continúa a través de la escotadura espinoglenoidea (escotadura mayor de la escápula) en la fosa infraespinosa, donde inerva el músculo infraespinoso. El nervio supraescapular también inerva la articulación glenohumeral (hombro).

Las divisiones del plexo braquial no emiten ramos.

Ramos del cordón lateral del plexo braquial

Los nervios pectorales medial y lateral se llaman así debido a que se originan en los cordones lateral y medial del plexo braquial, respectivamente. El **nervio pectoral lateral** inerva el músculo pectoral mayor, principalmente su cabeza clavicular (véanse figs. 3-12 y 3-52).

El **nervio musculocutáneo** inerva el músculo coracobraquial y emerge de la axila al perforar dicho músculo (véanse figs. 3-12 y 3-52). En la [figura 3-54A](#) se muestra un resumen de la distribución completa del nervio musculocutáneo.

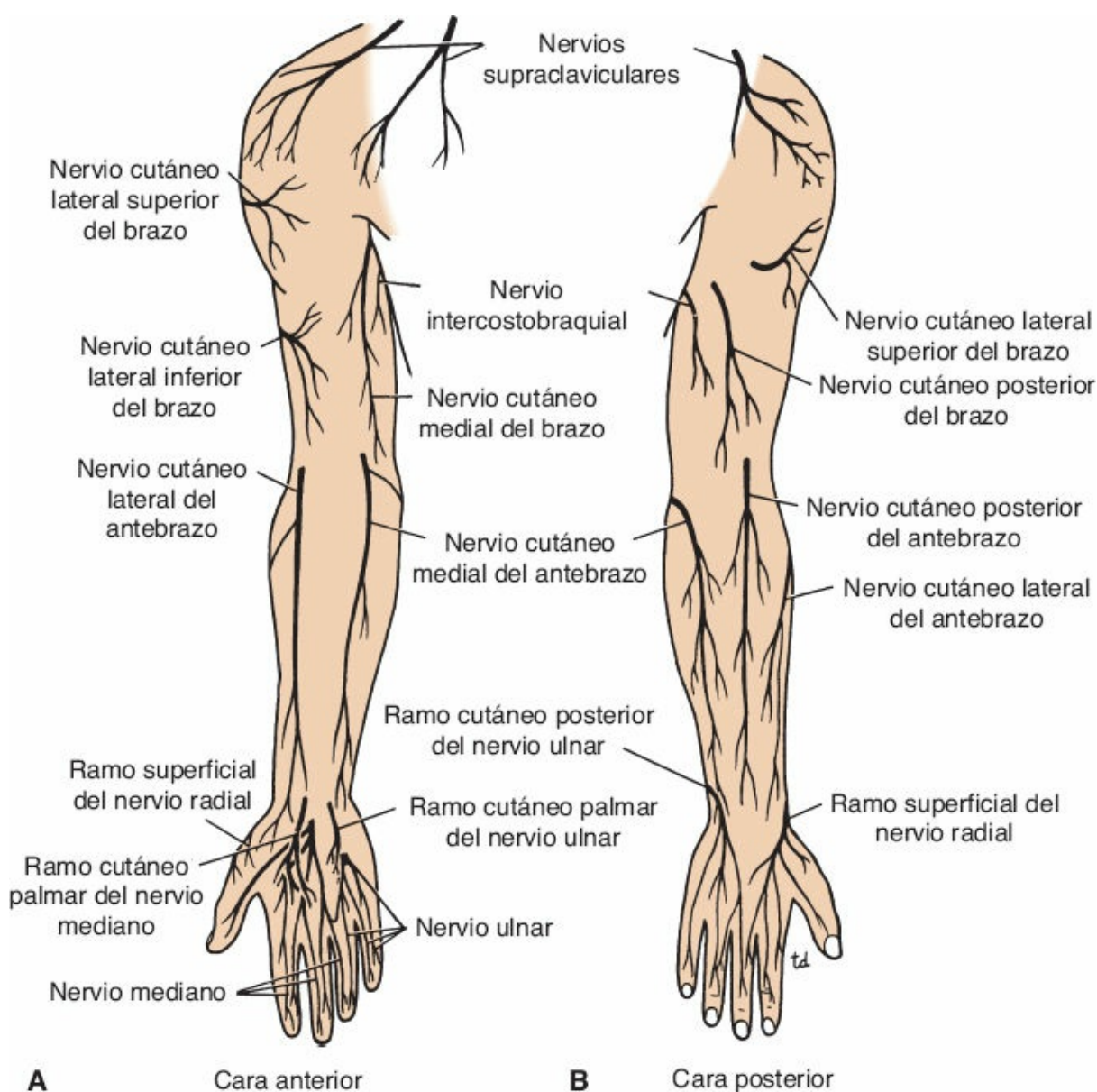
La **raíz lateral del nervio mediano** es la continuación directa del cordón

lateral del plexo braquial (véanse figs. 3-51 y 3-52). Se une con la raíz medial para formar el tronco del nervio mediano, y este discurre inferiormente sobre la cara lateral de la arteria axilar. El nervio mediano no emite ramos en la axila. En la [figura 3-54B](#) se muestra un resumen de la distribución completa del nervio mediano.

Ramos del cordón medial del plexo braquial

El **nervio pectoral medial** se origina en el cordón medial del plexo braquial, inerva y perfora el músculo pectoral menor, y luego inerva el músculo pectoral mayor, principalmente su cabeza esternocostal (véase [fig. 3-51](#)).

El **nervio cutáneo medial del brazo** (T1) se origina en el cordón medial del plexo braquial (véanse figs. 3-51 y 3-52) y se comunica con el **nervio intercostobraquial** (ramo cutáneo lateral del segundo nervio intercostal). Inerva la piel de la cara medial del brazo (véase [fig. 3-58](#)).



El **nervio cutáneo medial del antebrazo** se origina en el cordón medial del plexo braquial y desciende anterior a la arteria axilar. Inerva la piel de la cara medial del antebrazo (véase [fig. 3-58](#)).

El **nervio ulnar** (C8, T1) se origina en el cordón medial del plexo braquial y desciende en el intervalo entre la arteria y la vena axilares (véanse [figs. 3-51](#) y [3-52](#)). El nervio ulnar no emite ramos en la axila. En la [figura 3-55](#) se ofrece un resumen de la distribución completa del nervio ulnar.

La **raíz medial del nervio mediano** es la continuación directa del cordón medial del plexo braquial (véanse [figs. 3-51](#) y [3-52](#)). Cruza anterior a la tercera porción de la arteria axilar para unirse a la raíz lateral del nervio mediano y formar el tronco de este nervio. En la [figura 3-54](#) se muestra un resumen de la distribución completa del nervio mediano.

Ramos del cordón posterior del plexo braquial

Los **nervios subescapulares superior e inferior** se originan en el cordón posterior del plexo braquial, descienden hacia la axila e inervan las porciones superior e inferior del músculo subescapular (véanse [figs. 3-13](#) y [3-51](#)). Asimismo, el nervio subescapular inferior inerva el músculo redondo mayor.

El **nervio toracodorsal** se origina en el cordón posterior del plexo braquial y discurre inferiormente en la axila para inervar el músculo dorsal ancho (véanse [figs. 3-13](#) y [3-51](#)).

El **nervio axilar** es uno de los ramos terminales del cordón posterior del plexo braquial (véanse [figs. 3-13](#) y [3-51](#)). Discurre profunda y posteriormente y pasa a través del espacio cuadrangular de la región escapular (véase [fig. 3-20](#) y la descripción previa del espacio cuadrangular). En la [figura 3-56](#) se muestra un resumen de la distribución completa del nervio axilar.

El **nervio radial** es el mayor ramo del plexo braquial y se localiza profundo en la axila, posterior a la arteria axilar (véanse [figs. 3-13](#), [3-51](#) y [3-52](#)). Emite ramos para las cabezas del músculo tríceps y emite el nervio cutáneo posterior del brazo (véase [fig. 3-12](#)). El último ramo inerva la piel en el medio de la porción posterior del brazo. En la [figura 3-57](#) se muestra un resumen de la distribución completa del nervio radial.

Nervio musculocutáneo

El nervio musculocutáneo (C5 a C7) se origina en el cordón lateral del plexo braquial en la axila (véanse [figs. 3-51](#) y [3-54](#)). Discurre inferolateralmente, perfora el músculo coracobraquial (véase [fig. 3-13](#)) y luego pasa inferiormente entre los músculos bíceps braquial y braquial (véase [fig. 3-25](#)). Aparece en el borde lateral del tendón del bíceps, perfora la fascia profunda inmediatamente superior al codo y se mueve hacia una ubicación superficial. Luego, recorre la cara lateral del antebrazo como **nervio cutáneo lateral del antebrazo** (véase

fig. 3-58). La denominación de este nervio tiene sentido porque primero tiene una distribución muscular y luego una cutánea.

Ramos

- **Ramos musculares:** el nervio musculocutáneo es el nervio motor del compartimento anterior del brazo (es decir, de los músculos coracobraquial, bíceps braquial y braquial; véase fig. 3-54).
- **Ramos cutáneos:** el nervio cutáneo lateral del antebrazo inerva la piel de las caras anterior y lateral del antebrazo hasta la raíz del pulgar.
- Los **ramos articulares** inervan la articulación del codo.

Nervio mediano

El nervio mediano (C5 a T1) se origina en los cordones medial y lateral del plexo braquial en la axila (véase fig. 3-51). El nervio recibe este nombre porque discurre principalmente a lo largo del eje mediano del miembro superior. Primero recorre el brazo por la cara lateral de la arteria braquial (véase fig. 3-25). En la mitad del brazo, cruza la arteria braquial y continúa inferiormente por su cara medial. El nervio mediano no emite ramos en el brazo, a excepción de un pequeño nervio vasomotor para la arteria braquial (véase fig. 3-54).

El nervio mediano se localiza profundo a la aponeurosis bicipital en la fosa cubital (véase fig. 3-29). Emerge de la fosa cubital entre las dos cabezas del músculo pronador redondo (véase fig. 3-32). Continúa inferiormente intercalado en el plano entre el flexor superficial de los dedos y el flexor profundo de los dedos. En la muñeca, el nervio mediano emerge por el borde lateral del flexor superficial de los dedos y se ubica posterior al tendón del palmar largo (véanse figs. 3-31 y 3-32).

Ramos del antebrazo

- **Ramos musculares.** El nervio mediano es el nervio motor principal del compartimento anterior del antebrazo. Inerva todos los músculos del mismo, a excepción del flexor ulnar de la muñeca y la mitad medial del flexor profundo de los dedos (véanse figs. 3-54 y 3-55). Emite ramos musculares en la fosa cubital para el pronador redondo, el flexor radial de la muñeca, el palmar largo y el flexor superficial de los dedos (véase fig. 3-54).
- Los **ramos articulares** inervan la articulación del codo.
- **Nervio interóseo anterior.**
- El **ramo cutáneo palmar** se origina en la porción inferior del antebrazo, cruza la cara superficial del retináculo flexor e inerva la piel sobre la parte lateral de la palma (véase fig. 3-58).

Nervio interóseo anterior

El nervio interóseo anterior nace del nervio mediano a medida que este emerge de entre las dos cabezas del músculo pronador redondo. Discurre anteriormente

sobre la cara anterior de la membrana interósea, entre el flexor largo del pulgar y el flexor profundo de los dedos (véase [fig. 3-33](#)). Finaliza en la cara anterior de la muñeca.

RAMOS DEL NERVIO INTERÓSEO ANTERIOR

- Los **ramos musculares** inervan el flexor largo del pulgar, el pronador cuadrado y la mitad lateral del flexor profundo de los dedos (véase [fig. 3-54](#)).
- Los **ramos articulares** inervan las articulaciones de la muñeca y radioulnar distal; también inervan las articulaciones de la mano.

El nervio mediano entra en la palma de la mano pasando profundo al retináculo flexor y a través del túnel del carpo (véase [fig. 3-41](#)). Es el nervio motor menor para los músculos intrínsecos de la mano e inerva los tres músculos del compartimento tenar más los dos primeros lumbricales. El nervio ulnar inerva el resto de los músculos intrínsecos.

Ramos de la mano

- El **ramo recurrente** se curva posteriormente alrededor del borde distal del retináculo flexor y se localiza a un través de dedo distal con respecto al tubérculo del escafoides. Inerva los músculos del compartimento tenar (abductor corto del pulgar, flexor corto del pulgar y oponente del pulgar) y el primer músculo lumbrical (véase [fig. 3-41](#)).
- Los **ramos digitales palmares** inervan las caras palmares de los tres dedos y medio laterales y la mitad distal de la cara dorsal de cada dedo (véanse [figs. 3-41](#) y [3-54](#)). Uno de estos ramos también inerva el segundo músculo lumbrical.

Nervio ulnar

El nervio ulnar (C8, T1) se origina en el cordón medial del plexo braquial en la axila (véanse [figs. 3-51](#) y [3-52](#)). Recibe su nombre por su distribución a lo largo de la región ulnar (medial) del miembro superior. El nervio ulnar se extiende inferiormente sobre la cara medial de la arteria braquial hasta la mitad del brazo (véase [fig. 3-25](#)). En este punto, en la inserción del coracobraquial, el nervio perfora el tabique fascial intermuscular medial, acompañado por los vasos colaterales ulnares superiores, y entra en la cara medial del compartimento posterior del brazo. El nervio y los vasos descienden posteriores al tabique, cubierto posteriormente por la cabeza medial del tríceps, y luego pasan posteriores al epicóndilo medial del húmero (véase [fig. 3-27](#)). El nervio ulnar no emite ramos en el brazo, a excepción de un ramo articular para la articulación del codo (véase [fig. 3-55](#)).

El nervio ulnar emerge posterior al epicóndilo medial del húmero, cruza el ligamento medial de la articulación del codo y entra en la porción medial del compartimento anterior del antebrazo pasando entre las dos cabezas del flexor ulnar de la muñeca (ulnar anterior) (véanse [figs. 3-32](#) y [3-33](#)). Luego discurre inferiormente por el antebrazo entre los músculos flexor ulnar de la muñeca y

flexor profundo de los dedos. En los dos tercios distales del antebrazo, el nervio ulnar se ubica en la cara medial de la arteria ulnar (véase [fig. 3-33](#)). En la muñeca, el nervio ulnar adquiere una posición superficial y se ubica entre los tendones de los músculos flexor ulnar de la muñeca y flexor superficial de los dedos (véanse [figs. 3-31](#), [3-32](#) y [3-38](#)).

Ramos del antebrazo

- **Ramos musculares.** El nervio ulnar es el nervio motor menor del compartimento anterior del antebrazo. Inerva 1,5 músculos en la cara medial de este compartimento, el músculo flexor ulnar de la muñeca y la mitad medial (ulnar) del flexor profundo de los dedos (véase [fig. 3-55](#)). El nervio mediano y sus ramos inervan el resto de los músculos de este compartimento.
- Los **ramos articulares** inervan la articulación del codo.
- El **ramo cutáneo palmar** es un pequeño ramo que se origina en la mitad del antebrazo. Cruza la cara superficial del retináculo flexor e inerva la piel de cara medial de la palma (véanse [figs. 3-55](#) y [3-58](#)).
- El **ramo cutáneo posterior** es un gran ramo que se origina en el tercio distal del antebrazo. Se enrolla alrededor de la ulna profundo al tendón del músculo flexor ulnar de la muñeca, desciende por la cara superficial del retináculo de los extensores e inerva el tercio medial del dorso de la mano (véanse [figs. 3-34](#), [3-55](#) y [3-58](#)). Se divide en varios **nervios digitales dorsales** que inervan la cara medial del anular y los lados del meñique.

El nervio ulnar entra en la porción medial de la palma de la mano pasando superficial al retináculo flexor y lateral al hueso pisiforme. En este punto, el nervio yace medial a la arteria ulnar (véanse [figs. 3-31](#), [3-32](#), [3-38](#) y [3-41](#)). El nervio se divide en un ramo superficial y otro profundo a medida que cruza el retináculo (véanse [figs. 3-41](#), [3-44](#) y [3-55](#)).

Ramo superficial del nervio ulnar

El ramo superficial del nervio ulnar es principalmente un nervio cutáneo en la mano. Desciende hacia el interior de la palma de la mano en el tejido subcutáneo entre el hueso pisiforme y el gancho del *hamatum* (véanse [figs. 3-37](#) y [3-41](#)). El nervio se localiza medial a la arteria. En este punto, el nervio y la arteria pueden ubicarse en un túnel osteofibroso (**conducto ulnar** o **túnel de Guyon**), creado por tejido fibroso derivado de la porción superficial del retináculo flexor. En este conducto, el nervio puede sufrir compresión y originar signos y síntomas clínicos.

Ramos

- Un **ramo muscular** inerva el músculo palmar breve.
- Los **ramos cutáneos palmares (digitales palmares comunes y digitales palmares propios)** inervan la cara palmar del lado medial del meñique y los lados adyacentes de los dedos meñique y anular (véase [fig. 3-41](#)). También

inervan la mitad distal de la cara dorsal de cada dedo.

Ramo profundo del nervio ulnar

El ramo profundo del nervio ulnar es el nervio motor principal de los músculos intrínsecos de la mano. Inerva todos los músculos intrínsecos, excepto los tres músculos del compartimento tenar y los dos primeros lumbricales, que son inervados por el nervio mediano. El ramo profundo se curva profundamente entre el abductor del meñique y el flexor del meñique (*véanse* figs. 3-44 y 3-45). Perfora el oponente del meñique, se curva alrededor del borde inferior del gancho del *hamatum* y pasa lateralmente dentro de la concavidad del arco arterial palmar profundo. El nervio se ubica profundo a los tendones del flexor largo y superficial a los huesos metacarpianos y músculos interóseos.

Ramos

- Los **ramos musculares** inervan los tres músculos de la eminencia hipotenar (abductor del meñique, flexor del meñique y oponente del meñique), todos los interóseos palmares y dorsales, los músculos lumbrical tercero y cuarto, y ambas cabezas del aductor del pulgar.

Nervio axilar

El nervio axilar (C5 a C6) se origina en el ramo terminal del cordón posterior del plexo braquial en la axila (*véanse* figs. 3-13 y 3-51). Se curva profundamente en la axila y entra en el espacio cuadrangular con la arteria circunfleja humeral posterior (*véase* fig. 3-20). A medida que pasa a través del espacio, se comunica con la cara inferior de la cápsula de la articulación del hombro y con la cara medial del cuello quirúrgico del húmero. Finalmente, se divide en ramos anterior y posterior (*véanse* figs. 3-20 y 3-56).

Ramos

- Un **ramo articular** inerva la articulación del hombro.
- Un **ramo terminal anterior** rodea el cuello quirúrgico del húmero hacia el músculo deltoides; inerva el deltoides y la piel que cubre su parte inferior.
- Un **ramo terminal posterior** emite un ramo para el músculo redondo menor y unos pocos ramos para el deltoides, y luego emerge desde el borde posterior del deltoides como **nervio cutáneo lateral superior del brazo** (*véanse* figs. 3-20 y 3-56).

Nervio radial

El nervio radial (C5 a T1) se origina en el cordón posterior del plexo braquial en la axila (*véanse* figs. 3-13, 3-51 y 3-52). Recibe su nombre por su trayecto a lo largo de la cara radial (lateral) del miembro superior. El nervio radial es el único nervio motor para los músculos de los compartimentos posteriores del brazo y el

antebrazo (véase [fig. 3-57](#)). También proporciona una extensa inervación cutánea a lo largo de la cara posterior de todo el miembro (véase [fig. 3-58](#)).

Ramos axilares

- Los **ramos musculares** inervan las cabezas medial y larga del tríceps (véanse [figs. 3-27](#) y [3-57](#)).
- El **nervio cutáneo posterior del brazo** inerva la piel de la porción posterior del brazo (véase [fig. 3-58](#)).

El nervio radial desciende fuera de la axila e inmediatamente entra en el compartimento posterior del brazo (véase [fig. 3-27](#)). Se curva alrededor la cara posterior del brazo en el surco radial del húmero entre las cabezas del tríceps, donde entra en contacto directo con el eje del húmero (véase [fig. 3-27](#)). Los vasos braquiales profundos acompañan al nervio en el surco radial. Luego, el nervio perfora el tabique intermuscular lateral superior al epicóndilo lateral del húmero, entra en el compartimento anterior del brazo entre los músculos braquial y braquiorradial, y continúa hacia el interior de la fosa cubital (véase [fig. 3-29](#)).

Ramos del brazo

- Los **ramos musculares** en el surco del nervio radial (surco espiral) del húmero inervan las cabezas lateral y medial del tríceps y el ancóneo. Ramos musculares adicionales del compartimento anterior del brazo, después de que el nervio haya perforado el tabique intermuscular lateral, inervan los músculos braquial (un ramo muy pequeño), braquiorradial y extensor radial de la muñeca (véanse [figs. 3-29](#) y [3-57](#)).
- El **nervio cutáneo lateral inferior del brazo** inerva la piel de las caras lateral y anterior de la porción inferior del brazo (véanse [figs. 3-57](#) y [3-58](#)).
- El **nervio cutáneo posterior del antebrazo** recorre inferiormente la mitad de la cara posterior del antebrazo hasta la muñeca (véanse [figs. 3-57](#) y [3-58](#)).
- Los **ramos articulares** inervan la articulación del codo (véase [fig. 3-57](#)).

El nervio radial discurre inferiormente en la fosa cubital anterior al epicóndilo lateral del húmero, entre el músculo braquial en la cara medial y los músculos braquiorradial y extensor radial largo del carpo en la cara lateral (véanse [figs. 3-29](#) y [3-32](#)). El nervio se divide en ramos superficial y profundo a nivel del epicóndilo lateral (véanse [figs. 3-29](#) y [3-33](#)).

Ramos de la fosa cubital

- Los **ramos articulares** inervan la articulación del codo.
- El **ramo superficial del nervio radial**.
- El **ramo profundo del nervio radial** rodea el cuello del radio, dentro del músculo supinador, y entra en el compartimento posterior del antebrazo (véase [fig. 3-33](#)).

Ramo superficial del nervio radial

El ramo superficial del nervio radial es un nervio cutáneo para la muñeca y la mano. Es la continuación directa del nervio radial después de que su tronco principal haya emitido un ramo profundo por delante del epicóndilo lateral del húmero (véanse figs. 3-29 y 3-32). Discurre inferiormente protegido por el músculo braquiorradial sobre la cara lateral de la arteria radial. El nervio abandona la arteria en la porción distal del antebrazo, rodea el radio profundo al tendón braquiorradial, desciende superficial al retináculo extensor y se divide en varios **nervios digitales dorsales**. Estos ramos terminales inervan los dos tercios laterales del dorso de la mano y la cara posterior sobre las falanges proximales de los tres dedos y medio laterales (véase fig. 3-58).

La inervación sensitiva de la piel del dorso de la mano deriva del ramo superficial del nervio radial y el ramo cutáneo posterior del nervio ulnar. Estos territorios nerviosos están sujetos a variación. En general, un nervio digital dorsal, ramo del nervio ulnar, también inerva la cara lateral del dedo anular. Los ramos digitales dorsales de los nervios radial y ulnar no se extienden más allá de la falange proximal. El resto del dorso de cada dedo recibe su inervación de los nervios digitales palmares (ramos de los nervios mediano y ulnar).

Ramo profundo del nervio radial

El ramo profundo emerge del nervio radial anterior al epicóndilo lateral del húmero en la fosa cubital (véase fig. 3-29). Perfora el músculo supinador y se curva alrededor de la cara lateral del cuello del radio en la sustancia del músculo para alcanzar el compartimento posterior del antebrazo (véanse figs. 3-29 y 3-33 a 3-35). Cuando el nervio emerge del músculo supinador en el compartimento posterior, suele denominarse **nervio interóseo posterior**. El nervio desciende en el intervalo entre los grupos de músculos superficiales y profundos y, finalmente, alcanza la cara posterior de la articulación de la muñeca.

RAMOS

- Los **ramos musculares** inervan el extensor radial corto de la muñeca, el supinador, el extensor de los dedos, el extensor del meñique, el extensor ulnar de la muñeca, el abductor largo del pulgar, el extensor corto del pulgar, el extensor largo del pulgar y el extensor del índice.
- Los **ramos articulares** inervan la muñeca y las articulaciones de la muñeca.



Notas clínicas

Reflejos tendinosos e inervación segmentaria de los músculos

Los músculos esqueléticos reciben inervación segmentaria. La mayoría de los músculos están inervados por varios nervios espinales y, por lo tanto, por varios segmentos de la médula espinal. Los clínicos deben conocer la inervación segmentaria de los siguientes músculos, ya que pueden examinarse provocando simples reflejos musculares en el paciente:

Reflejo tendinoso del bíceps braquial: C5 y C6 (flexión de la articulación del codo al percutir el tendón del bíceps).

Reflejo tendinoso del tríceps: C6, C7 y C8 (extensión de la articulación del codo al percutir el tendón del tríceps).

Reflejo tendinoso del braquiorradial: C5, C6 y C7 (supinación de las articulaciones radioulnares al percutir la inserción del tendón del braquiorradial).

Lesiones del plexo braquial

Las raíces, troncos y divisiones del plexo braquial residen en la porción inferior del triángulo posterior del cuello, mientras que los cordones y la mayoría de los ramos del plexo se localizan en la axila. Las lesiones completas que afectan a todas las raíces del plexo son raras. Las lesiones incompletas son frecuentes y en general se deben a estiramientos o compresión; las heridas con un puñal pueden seccionar nervios individuales.

Lesiones de las porciones superiores del plexo braquial (parálisis de Erb-Duchenne)

Las lesiones de las porciones superiores del plexo braquial se producen por un desplazamiento excesivo de la cabeza hacia el lado opuesto y un descenso del hombro en el mismo lado. Esto provoca un estiramiento excesivo o incluso el desgarramiento de las raíces C5 y C6 del plexo. Puede ocurrir en bebés durante un parto difícil o en adultos después de un golpe o una caída sobre el hombro. El nervio supraescapular, el nervio del subclavio y los nervios musculocutáneo y axilar tienen fibras nerviosas derivadas de las raíces C5 y C6 y, por lo tanto, perderán su función. Como consecuencia, se paralizarán los siguientes músculos: supraespinoso (abductor del hombro) y el infraespinoso (rotador lateral del hombro) por el nervio supraescapular; subclavio (depresor de la clavícula) por el nervio del mismo nombre; coracobraquial (flexor del hombro), bíceps braquial (supinador del antebrazo, flexor del codo, flexor débil del hombro) y la mayor parte del braquial (flexor del codo) por el nervio musculocutáneo; y deltoides (abductor del hombro) y redondo menor (rotador lateral del hombro) por el nervio axilar. Como resultado, el miembro colgará sobre un lado en rotación medial, dado que la porción esternocostal del pectoral mayor no tiene oposición; quedará aducido debido a la pérdida del supraespinoso y deltoides; y quedará con el antebrazo pronado debido a la pérdida de la acción del bíceps. La posición del miembro superior en esta alteración se ha comparado con la de un portero o un camarero que pide una propina, por lo que a menudo se la denomina “posición de petición de propina del camarero” (fig. 3-59). Además, se pierde la sensibilidad de la mitad inferior del deltoides y de la cara lateral del antebrazo.

Lesiones de las porciones inferiores del plexo braquial (parálisis de Klumpke)

Las lesiones de las porciones inferiores del plexo braquial suelen deberse a tracciones súbitas causadas por una abducción excesiva del brazo, como ocurre cuando una persona se agarra a algo para evitar una caída. Suele desgarrarse el ramo anterior de T1. Las fibras nerviosas de este segmento discurren por los nervios ulnar y mediano e inervan todos los músculos pequeños de la mano. La mano adquiere el aspecto de una garra debido a la hiperextensión de las articulaciones metacarpofalángicas y a la flexión de las articulaciones interfalángicas. El extensor de los dedos no tiene la oposición de los lumbricales e interóseos y extiende las articulaciones metacarpofalángicas; los flexores superficial y profundo de los dedos no tienen la oposición de los lumbricales e interóseos y flexiona las falanges medias y terminales, respectivamente. Además, habrá una pérdida de sensibilidad a lo largo de la cara medial del brazo. Si también se daña el ramo anterior de C8, el grado de bloqueo será mayor y comprometerá la cara medial del antebrazo, la mano y los dos dedos mediales.

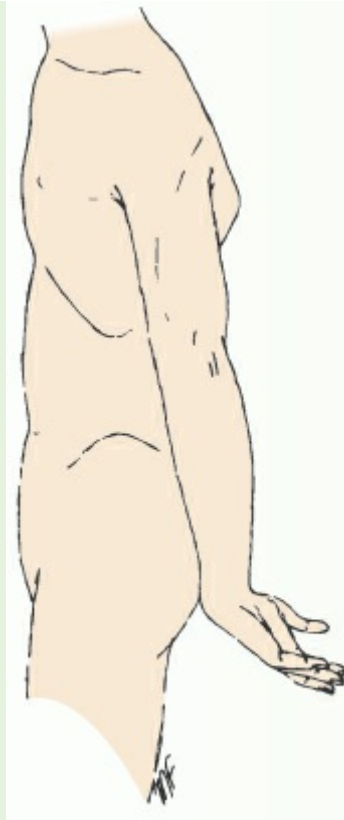


Figura 3-59 Parálisis de ErbDuchenne (“posición de petición de propina del camarero”).

Las lesiones de las porciones inferiores del plexo braquial también pueden producirse por la presencia de una costilla cervical o por metástasis malignas de los pulmones en los nódulos linfáticos cervicales profundos inferiores.

Lesión del nervio torácico largo

Los golpes o la presión sobre el triángulo posterior del cuello, o un traumatismo en la pared lateral superior del tórax (p. ej., durante una mastectomía radical), pueden lesionar el nervio torácico largo, que se origina en los ramos anteriores de C5 a C7 e inerva el músculo serrato anterior. La parálisis del serrato anterior imposibilita el movimiento de rotación, más allá de un ángulo recto, de la escápula durante la abducción del brazo. Por lo tanto, el paciente tiene problemas para levantar el brazo por encima de la cabeza. El borde medial y el ángulo inferior de la escápula se separaran marcadamente de la pared torácica y sobresaldrán posteriormente, deformación conocida como “escápula alada” (véase [fig. 3-4](#)).

Nervio musculocutáneo

La posición “privilegiada” del nervio musculocutáneo (véase [fig. 3-54](#)) ubicado profundo al músculo bíceps braquial (véase [fig. 3-25](#)), que lo protege, hace que raras veces se lesione. Si se lesiona en la porción superior del brazo, se paralizan los músculos bíceps y el coracobraquial, y el músculo braquial se debilita significativamente (el nervio radial también inerva este último músculo). El resto del músculo braquial y los flexores del antebrazo producen la flexión del antebrazo en la articulación del codo. Cuando el antebrazo se encuentra en posición prona, los músculos extensor radial largo de la muñeca y braquiorradial ayudan a flexionar el antebrazo. También hay pérdida sensitiva a lo largo de la cara lateral del antebrazo porque el nervio musculocutáneo continúa como nervio cutáneo lateral del antebrazo (véase [fig. 3-58](#)). Las heridas o cortes en el antebrazo pueden seccionar el nervio cutáneo lateral del antebrazo, lo que ocasiona una pérdida sensitiva a lo largo de la cara lateral del antebrazo, pero no en los músculos del compartimento anterior.

Nervio mediano

El nervio mediano no emite ramos cutáneos o motores en la axila o en el brazo (véase [fig. 3-54](#)). Comienza a ramificarse en el tercio proximal del antebrazo anterior a través de ramos sin denominación y el ramo interóseo anterior. Inerva todos los músculos del compartimento anterior del antebrazo, excepto el músculo flexor ulnar de la muñeca y la mitad medial del flexor profundo de los dedos, que son inervados por el nervio ulnar (véanse [figs. 3-54 y 3-55](#)). En el tercio distal del antebrazo, emite un ramo cutáneo palmar, que cruza superficial al retináculo flexor e inerva la piel en la mitad lateral de la palma ([fig. 3-60B](#); véase también [fig. 3-58](#)). En la palma, el nervio mediano inerva los músculos del compartimento tenar y los dos primeros lumbricales y proporciona la inervación sensitiva a la piel de la cara palmar de los tres dedos y medio laterales, incluidos los lechos ungueales en el dorso (véanse [figs. 3-54 y 3-60B](#)).

En ocasiones, las fracturas supracondíleas del húmero lesionan el nervio mediano en la región del codo. El daño aquí influye en todo el territorio funcional del nervio. Sin embargo, las heridas penetrantes (p. ej., heridas por puñal o vidrios) inmediatamente proximales al retináculo flexor son causas más frecuentes de lesión. En estos casos, el nervio se localiza en el intervalo entre los tendones del músculo flexor radial de la muñeca y el flexor superficial de los dedos, superpuestos por el palmar largo. Las lesiones en la muñeca afectan solo el territorio distal del nervio en la mano.

Lesión del nervio mediano: efectos motores

Se paralizan los músculos pronadores del antebrazo y los músculos flexores largos de la muñeca y los dedos (con la excepción del flexor ulnar de la muñeca y la mitad medial del flexor profundo de los dedos). Como resultado, el antebrazo descansa en posición supina; la flexión de la muñeca es débil y se acompaña de aducción (desviación ulnar). La desviación ulnar se debe a la parálisis del flexor radial de la muñeca y las fuerzas intactas del flexor ulnar y la mitad medial del flexor profundo de los dedos. No pueden flexionarse las articulaciones interfalángicas de los dedos índice y medio, si bien los interóseos hacen un intento de débil flexión de las articulaciones metacarpofalángicas de estos dedos. Cuando el paciente intenta cerrar el puño, el índice y, en menor medida, el dedo medio tienden a permanecer rectos, mientras que el anular y el meñique se flexionan ([fig. 3-61](#)). Sin embargo, los dos últimos dedos muestran debilidad por la pérdida del flexor superficial de los dedos.

La falange terminal del pulgar se extiende debido a la parálisis del flexor largo del pulgar. Hay parálisis y atrofia de los músculos de la eminencia tenar, de modo que esta se aplanada. El movimiento de oposición del pulgar es imposible. El pulgar rota lateralmente y se aduce. Los primeros dos lumbricales están paralizados, lo cual puede reconocerse clínicamente cuando, al solicitar al paciente que cierre el puño lentamente, los dedos índice y medio tienden a quedarse por detrás del anular y el meñique. En general, la mano se ve aplanada y similar a la de un gran simio; la deformidad es más pronunciada en la cara lateral (radial) de la mano. Por ello, la postura resultante del miembro superior como respuesta a una lesión del nervio mediano se conoce como “mano de simio” (véase [fig. 3-61](#)).

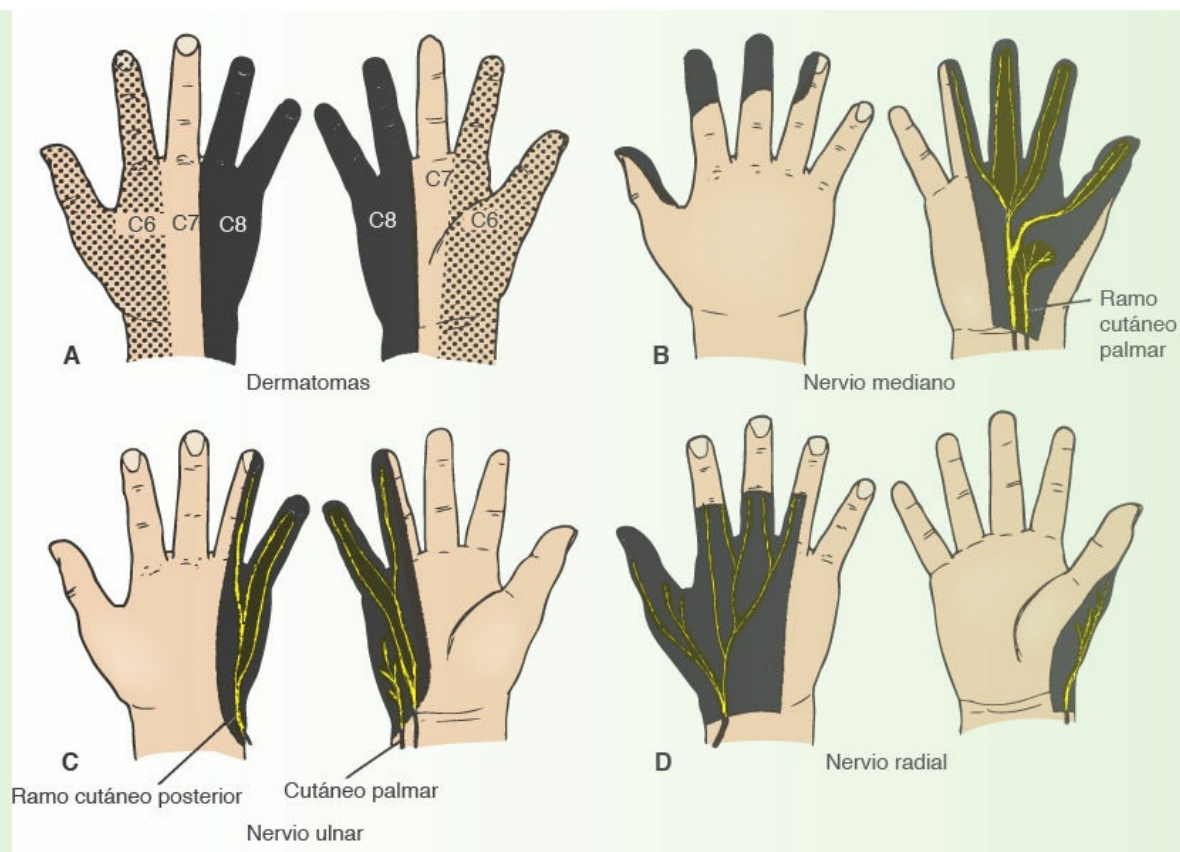


Figura 3-60 Inervación sensitiva de la piel de las caras palmar (volar) y dorsal de la mano. **A.** Distribución de los dermatomas. **B.** Territorio cutáneo del nervio mediano. **C.** Territorio cutáneo del nervio ulnar. **D.** Territorio cutáneo del nervio radial.

Lesión del nervio mediano: efectos sensitivos

Se pierde la sensibilidad de la piel en la mitad lateral o menos de la palma de la mano y en la cara palmar de los tres dedos y medio laterales (véase [fig. 3-60B](#)). También se produce pérdida sensitiva en la piel de la parte distal de las caras dorsales de los tres dedos y medio laterales. El área de bloqueo total es considerablemente menor debido a la superposición de los nervios adyacentes. La incapacidad más grave de todas las lesiones del nervio mediano es quizás la pérdida de movimiento de oposición del pulgar con respecto a los otros dedos, junto con la pérdida de sensibilidad en los dedos laterales. En estos casos, la delicada acción de la mano en forma de pinza ya no es posible.

Cambios vasomotores

Las áreas de la piel involucradas en la pérdida sensitiva están más calientes y secas de lo normal debido a la dilatación arteriolar y a la ausencia de sudoración que resulta de la pérdida del control simpático.

Cambios tróficos

Se producen cambios en la mano y los dedos en casos de larga evolución. La piel se muestra seca y escamosa, las uñas se agrietan fácilmente y hay atrofia del pulpejo de los dedos.

Síndrome del túnel del carpo

El túnel del carpo, formado por la cara anterior cóncava de los huesos del carpo y cerrado por el retináculo flexor, está estrechamente empaquetado con los tendones del flexor largo de los dedos, con sus envolturas sinoviales circundantes y con el nervio mediano (véase [fig. 3-36](#)). Cualquier alteración que disminuya significativamente el tamaño del túnel del carpo y comprima su contenido se manifiesta como el denominado *síndrome del túnel del carpo*. La compresión puede deberse a diversas causas, pero en gran cantidad de casos se atribuye al engrosamiento de las vainas sinoviales de los tendones flexores o a cambios artríticos de los huesos del carpo. Una posible consecuencia es

la necrosis por compresión del nervio mediano. Clínicamente, el síndrome de compresión nerviosa consiste en un dolor urente o una sensación de “pinchazos con agujas y alfileres” a lo largo de la distribución del nervio mediano a los tres dedos y medio laterales, así como debilidad de los músculos tenares. Como es de esperar, no se produce parestesia sobre la eminencia tenar debido a que el ramo cutáneo palmar del nervio mediano, que pasa superficial al retináculo flexor, inerva esta área de la piel. A fin de descomprimir el túnel, se realiza una incisión longitudinal a través del retináculo flexor que mejora drásticamente la afección.



Figura 3-61 Parálisis del nervio mediano, vista anterior.

Nervio ulnar

El nervio ulnar no emite ramos cutáneos o motores en la axila o en el brazo (véase fig. 3-55). Proporciona ramos motores al flexor ulnar de la muñeca y a la mitad medial del flexor profundo de los dedos a medida que entra en el antebrazo desde la cara posterior del epicóndilo medial. A continuación, emite los ramos cutáneos palmar y posterior en el tercio distal del antebrazo. El ramo cutáneo palmar inerva la piel sobre la eminencia hipotenar; el ramo cutáneo posterior inerva la piel sobre el tercio medio del dorso de la mano y un dedo y medio mediales (véase fig. 3-60C). No es infrecuente que el ramo cutáneo posterior inerve dos dedos y medio en lugar de un dedo y medio. No inerva la piel sobre la porción distal del dorso de estos dedos.

Una vez que ha entrado en la palma pasando superficial al retináculo flexor, el **ramo superficial del nervio ulnar** inerva la piel de la cara palmar de un dedo y medio mediales, incluyendo su lecho ungueal. También inerva el músculo palmar menor. El **ramo profundo del nervio ulnar** inerva todos los músculos pequeños de la mano, excepto los del compartimento tenar y los dos primeros lumbricales, que son inervados por el mediano.

El nervio ulnar se lesiona más frecuentemente en el codo, donde yace posterior al epicóndilo medial, y la muñeca, donde se encuentra con la arteria ulnar superficial al retináculo flexor. En general, las lesiones en el codo están relacionadas con fracturas del epicóndilo medial. La posición superficial del nervio en la muñeca la hace vulnerable a lesiones por cortes y puñaladas. El traumatismo en el codo puede afectar todo el territorio funcional del nervio, mientras que la lesión en la muñeca solo afecta el territorio distal del nervio en la mano.

Lesión del nervio ulnar: efectos motores

El músculo flexor ulnar de la muñeca y la mitad medial del flexor profundo de los dedos están paralizados. La parálisis del flexor ulnar de la muñeca puede observarse solicitando al paciente que

cierre el puño fuertemente. Por lo general, puede observarse la acción sinérgica del tendón del músculo flexor ulnar de la muñeca cuando pasa al hueso pisiforme; no hay estiramiento del tendón si el músculo está paralizado. Los tendones profundos para el anular y el meñique no tienen función, y las falanges terminales de estos dedos, por lo tanto, no pueden flexionarse mucho. La flexión de la articulación de la muñeca da lugar a una abducción, debido a la parálisis del flexor ulnar de la muñeca. El borde medial de la cara anterior del antebrazo muestra un aplanamiento debido a la atrofia de los músculos ulnares y profundos subyacentes.

Los pequeños músculos de la mano están paralizados, excepto los del compartimento tenar y los dos primeros lumbricales. El paciente no puede ni aducir ni abducir los dedos y, por consiguiente, no puede sostener un trozo de papel colocado entre los dedos. Recuérdese que el extensor de los dedos puede abducirlos un poco, pero solo cuando las articulaciones metacarpofalángicas están extendidas.

Aducir el pulgar es imposible porque el músculo aductor del pulgar está paralizado. Si se solicita al paciente que sostenga un trozo de papel entre el pulgar y el índice, lo hace contrayendo fuertemente el flexor largo del pulgar y flexionando la falange terminal (**signo de Froment**).

Las articulaciones metacarpofalángicas se hiperextienden debido a la parálisis de los músculos lumbricales e interóseos, que normalmente las flexionan. La hiperextensión de las articulaciones metacarpofalángicas es más prominente en los dedos cuarto y quinto porque los lumbricales primero y segundo no están paralizados (son inervados por el nervio mediano). Las articulaciones interfalángicas están flexionadas, debido nuevamente a la parálisis de los músculos lumbricales e interóseos, que normalmente las extienden a través de la expansión extensora. La deformidad de la flexión en las articulaciones interfalángicas de los dedos cuarto y quinto es evidente porque los músculos lumbricales primero y segundo de los dedos índice y medio no están paralizados.

En los casos de larga evolución, la mano asume una deformidad característica similar a una garra, más pronunciada en la cara medial (ulnar) de la mano. Esta apariencia a menudo se conoce como “mano en garra”. La mano en garra es mucho más evidente en las lesiones de la muñeca, porque el músculo flexor profundo de los dedos no está paralizado y se produce una marcada flexión de las falanges terminales. La atrofia de los músculos paralizados da lugar a un aplanamiento de la eminencia hipotenar y a la pérdida de la curva convexa al borde medial de la mano. El dorso de la mano muestra un hueco entre los huesos metacarpianos, el cual se origina por la atrofia de los músculos interóseos dorsales ([fig. 3-62](#)).

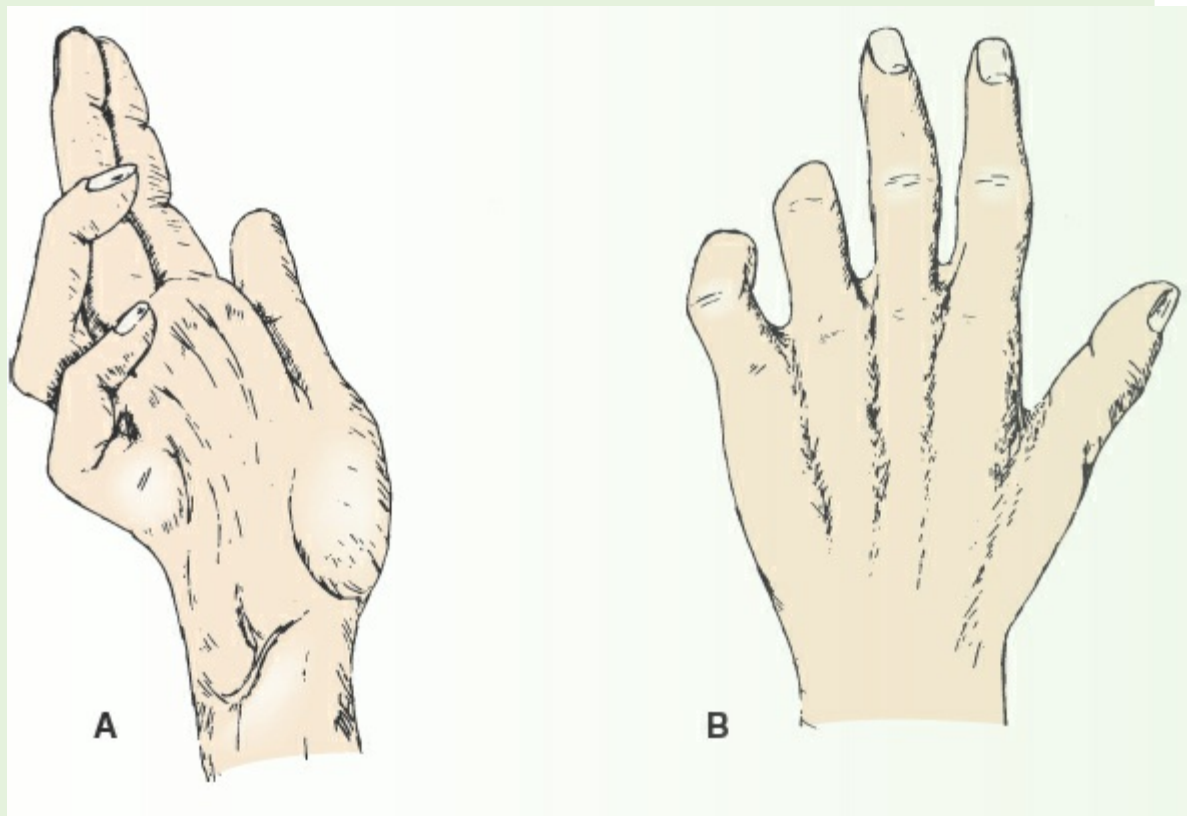


Figura 3-62 Parálisis del nervio ulnar.
A. Vista anterior. B. Vista posterior.

Lesión del nervio ulnar: efectos sensitivos

En las lesiones del codo, la pérdida de la sensibilidad de la piel se produce sobre las caras anterior y posterior del tercio medial de la mano y sobre un dedo y medio mediales (véase [fig. 3-60C](#)). En las lesiones de la muñeca, el nervio ulnar principal y su ramo cutáneo palmar suelen cortarse; el ramo cutáneo posterior, que se origina en el tronco del nervio ulnar a unos 6,25 cm por encima del hueso pisiforme, por lo general no se ve afectado. Por lo tanto, la pérdida sensitiva se limitará a la cara palmar del tercio medial de la mano y un dedo y medio mediales, y a las caras dorsales de las falanges medias y distales de los mismos dedos.

A diferencia de las lesiones del nervio mediano, las del nervio ulnar dejan una mano relativamente funcional. La sensibilidad sobre la porción lateral de la mano está intacta, y la acción de pinzas del pulgar y el índice es razonablemente buena, aunque existe cierta debilidad por la pérdida del aductor del pulgar.

Cambios vasomotores

Las áreas de la piel afectadas por la pérdida sensitiva están más calientes y secas de lo normal debido a la dilatación arteriolar y la ausencia de sudoración que resulta de la pérdida del control simpático.

Nervio axilar

El nervio axilar puede lesionarse por las dislocaciones de la articulación glenohumeral (hombro), compresión del espacio cuadrangular o compresión de una muleta mal ajustada que presiona hacia arriba en la axila. A medida que el nervio pasa profundamente desde la axila a través del espacio cuadrangular, es particularmente vulnerable a traumatismos por el desplazamiento inferior de la cabeza humeral en las luxaciones del hombro o las fracturas del cuello quirúrgico del húmero. Como resultado, los músculos deltoides y redondo menor se paralizan (véase [fig. 3-56](#)). El deltoides paralizado se atrofia rápidamente y el tubérculo mayor subyacente puede palparse fácilmente. Dado que el supraespinoso es el único abductor restante del hombro, este movimiento se ve muy afectado. La parálisis del redondo menor no es reconocible clínicamente. Los ramos cutáneos del nervio axilar, incluido el cutáneo lateral superior del brazo, no son funcionales y, en consecuencia, hay una pérdida de la sensibilidad de la piel en la mitad inferior del músculo deltoides (véase [fig. 3-58](#)).

Nervio radial

De forma característica, el nervio radial emite sus ramos a cierta distancia proximal a la parte a innervar (véase [fig. 3-57](#)).

Emite tres ramos en la axila: el nervio cutáneo posterior del brazo, que inerva la piel en la porción posterior del brazo hasta el codo; el nervio para la cabeza larga del tríceps; y el nervio para la cabeza medial del tríceps.

Emite cuatro ramos en el surco radial del húmero: el nervio cutáneo lateral inferior del brazo, que inerva la cara lateral del brazo hasta el codo; el nervio cutáneo posterior del antebrazo, que inerva la piel de la mitad de la porción posterior del antebrazo hasta la muñeca; el nervio para la cabeza lateral del tríceps; y el nervio para la cabeza medial del tríceps y el ancóneo.

Emite tres ramos en el compartimento anterior del brazo por encima del epicóndilo lateral: el nervio para una pequeña porción del braquial, el nervio para el braquirradial y el nervio para el extensor radial largo de la muñeca.

En la fosa cubital, emite el ramo profundo del nervio radial y continúa como nervio radial superficial. El ramo profundo inerva el extensor radial corto de la muñeca y el supinador en la fosa cubital y todos los músculos extensores en el compartimento posterior del antebrazo. El nervio radial superficial es sensitivo e inerva la piel de la cara lateral del dorso de la mano y la cara dorsal de los tres dedos y medio laterales proximal a los lechos ungueales (véase [fig. 3-60D](#)). El nervio ulnar inerva la mayor parte del resto del dorso de la mano y la cara dorsal de un dedo y medio mediales. Las áreas cutáneas exactas inervadas por los nervios radial y ulnar en la mano están sujetas a variaciones.

El nervio radial se lesiona con frecuencia en la axila y en el surco radial.

Lesión del nervio radial: efectos motores

El nervio radial puede lesionarse en la axila por la presión ejercida por el extremo superior de una muleta mal ajustada, que presiona hacia arriba en la axila y comprime el nervio, o al quedarse dormido con un brazo sobre el respaldo de una silla. También puede dañarse gravemente en la axila por fracturas y dislocaciones del extremo proximal del húmero. Cuando el húmero se desplaza inferiormente en las dislocaciones inferiores de la articulación glenohumeral, el nervio radial, que se envuelve alrededor del dorso del cuerpo del húmero, es traccionado hacia abajo, de modo que se produce un estiramiento excesivo del nervio.

Recuérdese que el nervio radial inerva todos los músculos en los compartimentos posteriores del brazo y el antebrazo. El tríceps, el ancóneo y los extensores largos de la muñeca están paralizados. El paciente no puede extender la articulación del codo, la articulación de la muñeca y los dedos. La caída de la muñeca (flexión de la muñeca; [fig. 3-63](#)) se produce como resultado de la acción de los músculos flexores de la muñeca, que quedan sin oposición, y la imposibilidad de mantener la articulación extendida contra la gravedad. La caída de la muñeca es muy incapacitante porque no pueden flexionarse fuertemente los dedos para agarrar firmemente un objeto con la muñeca completamente flexionada (pruebe hacerlo usted mismo). Sin embargo, si la muñeca y las falanges proximales se extienden pasivamente manteniéndolas en posición con la mano opuesta, las falanges media y distal de los dedos pueden extenderse a través de la acción de los lumbricales e interóseos, que se insertan en las expansiones extensoras. Los músculos braquiorradial y supinador también están paralizados, pero el bíceps braquial sigue permitiendo la supinación.

El nervio radial puede lesionarse en el surco radial del húmero en el momento de la fractura del cuerpo del húmero o tras resultar dañado por la formación del callo. También se sabe que la presión del dorso del brazo en el borde de la mesa de operaciones en un paciente inconsciente lesiona el nervio en este punto. La aplicación prolongada de un torniquete en el brazo en una persona con un músculo tríceps delgado suele originar parálisis radial temporal. La lesión del nervio radial ocurre con mayor frecuencia en la porción distal del surco radial, más allá del origen de los nervios para el tríceps y el ancóneo y más allá del origen de los nervios cutáneos. En este caso, el paciente puede extender el hombro y el codo, pero no la muñeca y los dedos, y se produce la caída de la muñeca.

El ramo profundo del nervio radial es el nervio motor para los músculos extensores en el compartimento posterior del antebrazo. Puede dañarse en caso de fracturas del extremo proximal del radio o durante la dislocación de la cabeza del radio. La inervación del supinador y el extensor radial largo de la muñeca no sufrirá daños, y como este último músculo es poderoso, mantendrá la articulación de la muñeca extendida y no se producirá la caída de la muñeca.

Lesión del nervio radial: efectos sensitivos

En una lesión axilar del nervio radial, se produce una pequeña pérdida de sensibilidad de la piel de la cara posterior de la porción inferior del brazo y en una banda estrecha en el dorso del antebrazo. También hay un área variable de pérdida sensitiva que se localiza en la porción lateral del dorso de la mano y en la cara dorsal de las raíces de los tres dedos y medio laterales (*véase fig. 3-60D*). El área de anestesia total es relativamente pequeña debido al solapamiento de la inervación sensitiva por parte de los nervios adyacentes.

Si el nervio radial se daña en el surco radial, se produce una pequeña área variable de anestesia sobre la cara dorsal de la mano y la cara dorsal de las raíces de los tres dedos y medio laterales.

Después de la lesión del ramo profundo del nervio radial, no se produce pérdida cutánea, dado que se trata de un nervio motor. La sección del nervio radial superficial, que es sensitivo, por ejemplo, en una herida punzante, origina una pequeña y variable área de anestesia sobre el dorso de la mano y la cara dorsal de las raíces de los tres dedos y medio laterales.

Cambios tróficos

Los cambios tróficos son leves.



Figura 3-63 Muñequera, vista lateral.

VASCULARIZACIÓN

Arterias

La **arteria subclavia**, localizada en la raíz del cuello, continúa como la **arteria axilar**, que irriga el miembro superior (fig. 3-64).

Arteria maxilar

La arteria axilar (fig. 3-65; véase también fig. 3-13) se origina en el borde lateral de la 1.^a costilla y finaliza en el borde inferior del músculo redondo mayor, donde continúa como la **arteria braquial** (véase fig. 3-65). A lo largo de su trayecto, la arteria está íntimamente relacionada con los cordones del plexo braquial y sus ramos y está incluida con ellos en una vaina de tejido conjuntivo denominada **vaina axilar**. Esta vaina es continua con la fascia prevertebral en la raíz del cuello. El músculo pectoral menor cruza anterior a la arteria axilar y la divide en tres porciones (véanse figs. 3-52 y 3-65).

Primera porción de la arteria axilar

Se extiende desde el borde lateral de la 1.^a costilla hasta el borde superior del

pectoral menor (véase fig. 3-65).

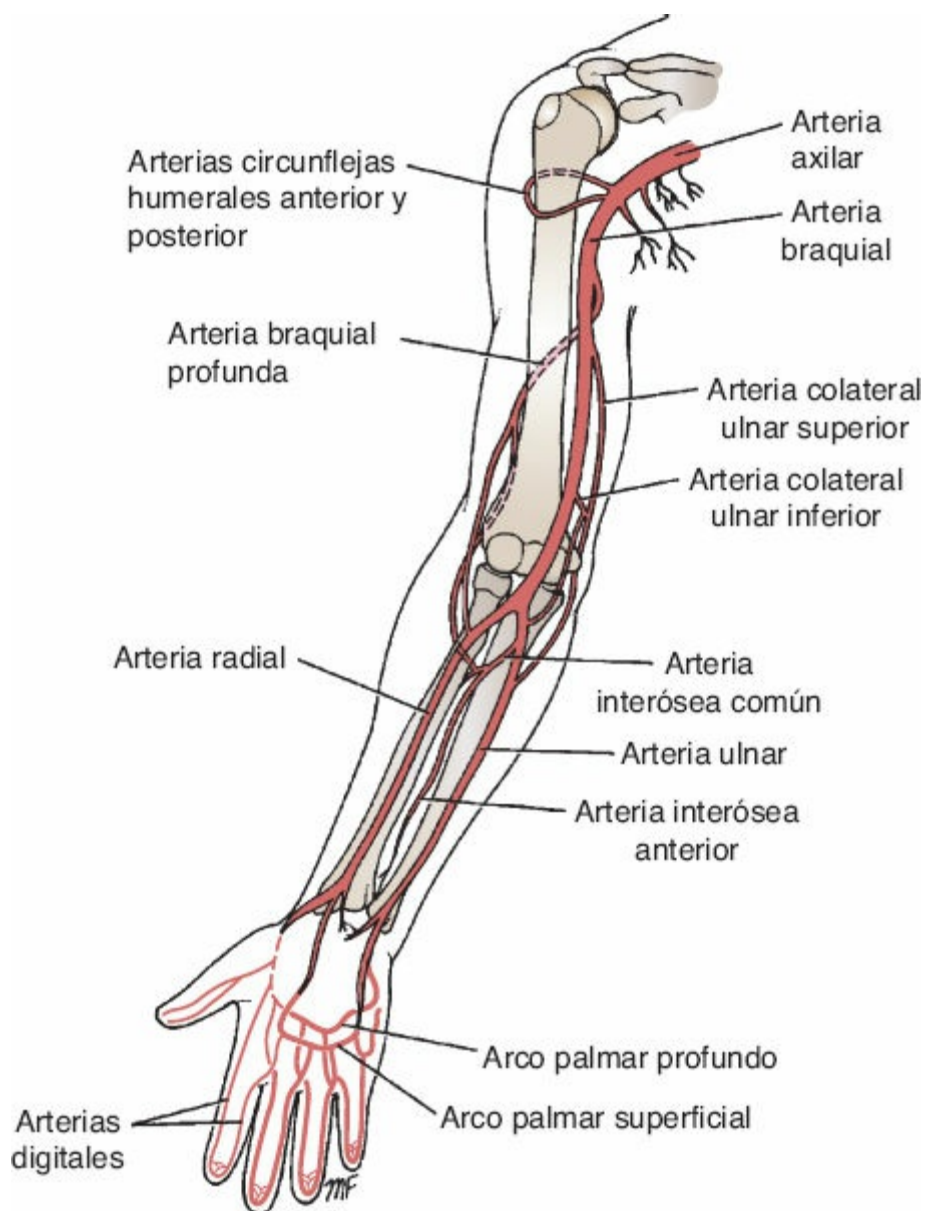


Figura 3-64 Arterias principales del miembro superior.

RELACIONES

- **Anteriormente.** Pectoral mayor y piel; la vena cefálica cruza la arteria (véase fig. 3-11).
- **Posteriormente.** Nervio torácico largo (nervio del serrato anterior; véase fig. 3-13).
- **Lateralmente.** Tres cordones del plexo braquial (véanse figs. 3-13 y 3-52).
- **Medialmente.** Vena axilar (véase fig. 3-13).

Segunda porción de la arteria axilar

Esta porción se localiza profunda al músculo pectoral menor (véase fig. 3-65).

RELACIONES

- **Anteriormente.** Pectoral menor, pectoral mayor y piel (*véanse* figs. 3-11, 3-12, 3-52 y 3-65).
- **Posteriormente.** Cordón posterior del plexo braquial, músculo subescapular y articulación del hombro (*véanse* figs. 3-13 y 3-52).
- **Lateralmente.** Cordón lateral del plexo braquial (*véanse* figs. 3-13 y 3-52).
- **Medialmente.** Cordón medial del plexo braquial y vena axilar (*véanse* figs. 3-13 y 3-52).

Tercera porción de la arteria axilar

Esta se extiende desde el borde inferior del pectoral menor hasta el borde inferior del redondo mayor (*véase* fig. 3-65).

RELACIONES

- **Anteriormente.** Pectoral mayor (una distancia corta); más distalmente, la raíz medial del nervio mediano cruza la arteria (*véanse* figs. 3-12 y 3-52).
- **Posteriormente.** Músculos subscapular, dorsal ancho y redondo mayor; los nervios axilar y radial también se localizan detrás de la arteria (*véanse* figs. 3-13 y 3-23).
- **Lateralmente.** Músculos coracobraquial y bíceps más el húmero; la raíz lateral del nervio mediano y el nervio musculocutáneo también se hallan en el sector lateral (*véanse* figs. 3-12, 3-13 y 3-52).
- **Medialmente.** Nervio ulnar, vena axilar y nervio cutáneo medial del brazo (*véanse* figs. 3-12 y 3-52).

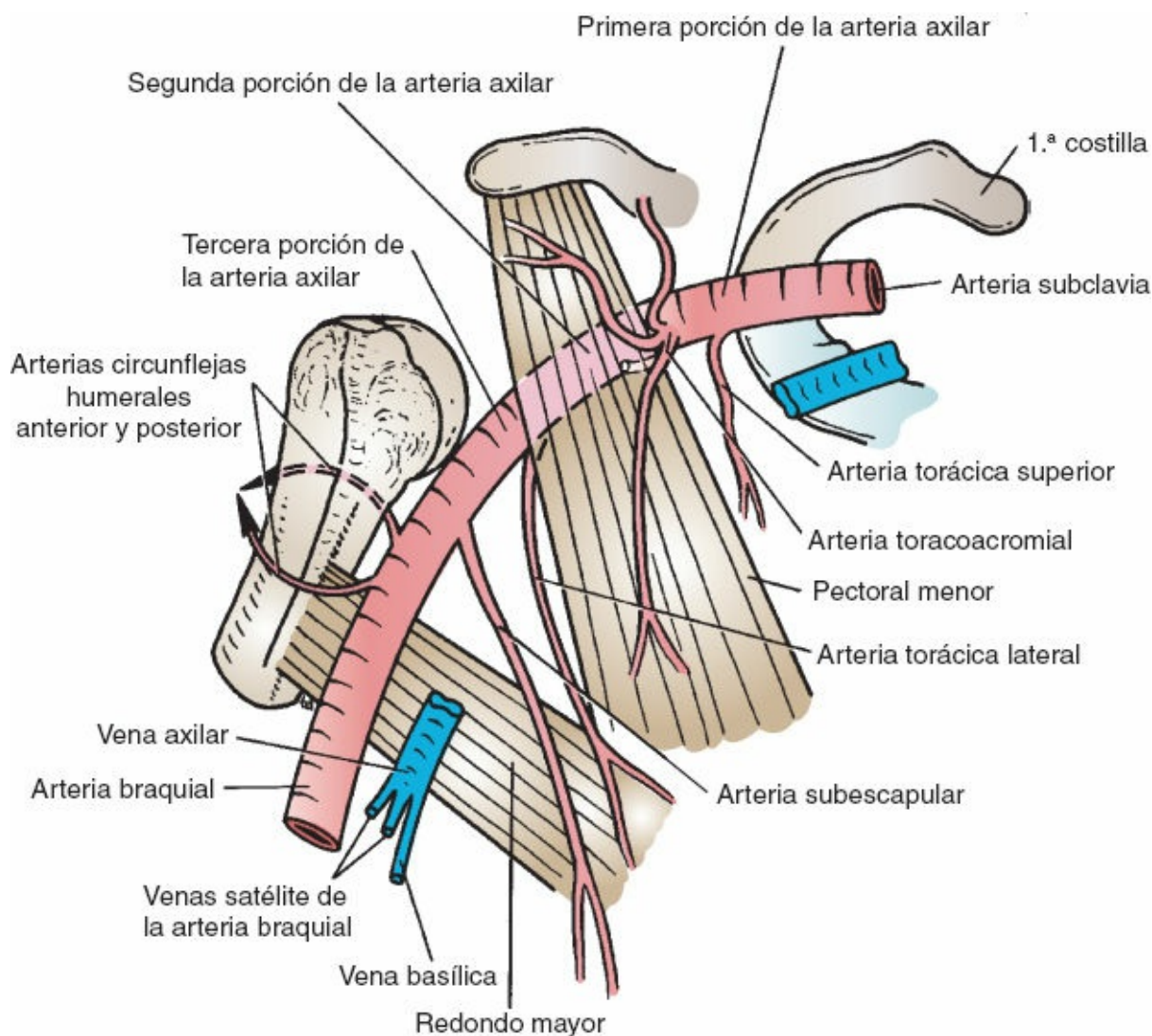


Figura 3-65 Porciones de la arteria axilar y sus ramas. Obsérvese la formación de la vena axilar en el borde inferior del músculo redondo mayor.

Ramas de la arteria axilar

Normalmente, la arteria axilar tiene seis ramas (véase [fig. 3-65](#)). A manera de mnemotecnia, recuerde que una rama nace de la primera porción de la arteria, dos de la segunda porción y tres, de la tercera. Sin embargo, el patrón de ramificación está sujeto a muchas variaciones, y es importante reconocer los territorios diana para verificar la identidad de las ramas.

RAMA DE LA PRIMERA PORCIÓN

- La **arteria torácica superior** es pequeña y extremadamente variable. Discurre a lo largo del borde superior del pectoral menor para alcanzar el área de las dos primeras costillas.

RAMAS DE LA SEGUNDA PORCIÓN

- La **arteria toracoacromial** es un tronco corto que se divide inmediatamente en cuatro ramas terminales que irrigan los músculos pectorales y la región acromioclavicular.

- La **arteria torácica lateral** discurre a lo largo del borde inferior (lateral) del pectoral menor a lo largo de la pared lateral del tórax.

RAMAS DE LA TERCERA PORCIÓN

- La **arteria subescapular** es un gran vaso que desciende a lo largo del borde inferior (axilar) de la escápula. Se divide en las arterias circunflejas de la escápula y toracodorsal. La **arteria circunfleja de la escápula** se curva alrededor del borde axilar de la escápula para alcanzar la fosa infraespinosa (figs. 3-66 y 3-20). La **arteria toracodorsal** desciende a lo largo del músculo dorsal ancho para alcanzar la pared lateral del tórax.
- Las **arterias circunflejas humerales anterior y posterior** rodean la sección frontal y posterior del cuello quirúrgico del húmero, respectivamente, y forman un círculo de anastomosis. La arteria posterior es mayor que la anterior y pasa a través del espacio cuadrangular con el nervio axilar para alcanzar la región escapular (véase fig. 3-20).

Anastomosis arterial alrededor de la articulación del hombro

La movilidad extrema de la articulación del hombro puede causar un acodamiento de la arteria axilar y una oclusión temporal de su luz. Para compensar esto, existe una importante red de anastomosis arterial entre las ramas de las arterias subclavia y axilar, lo que garantiza que el flujo sanguíneo hacia el miembro superior sea adecuado sin que importe la posición del brazo (véase fig. 3-66).

Ramas de la arteria subclavia

- La **arteria supraescapular** se distribuye hacia las fosas supraespinosa e infraespinosa de la escápula.
- La **arteria cervical superficial** emite una rama profunda que recorre el borde medial de la escápula.

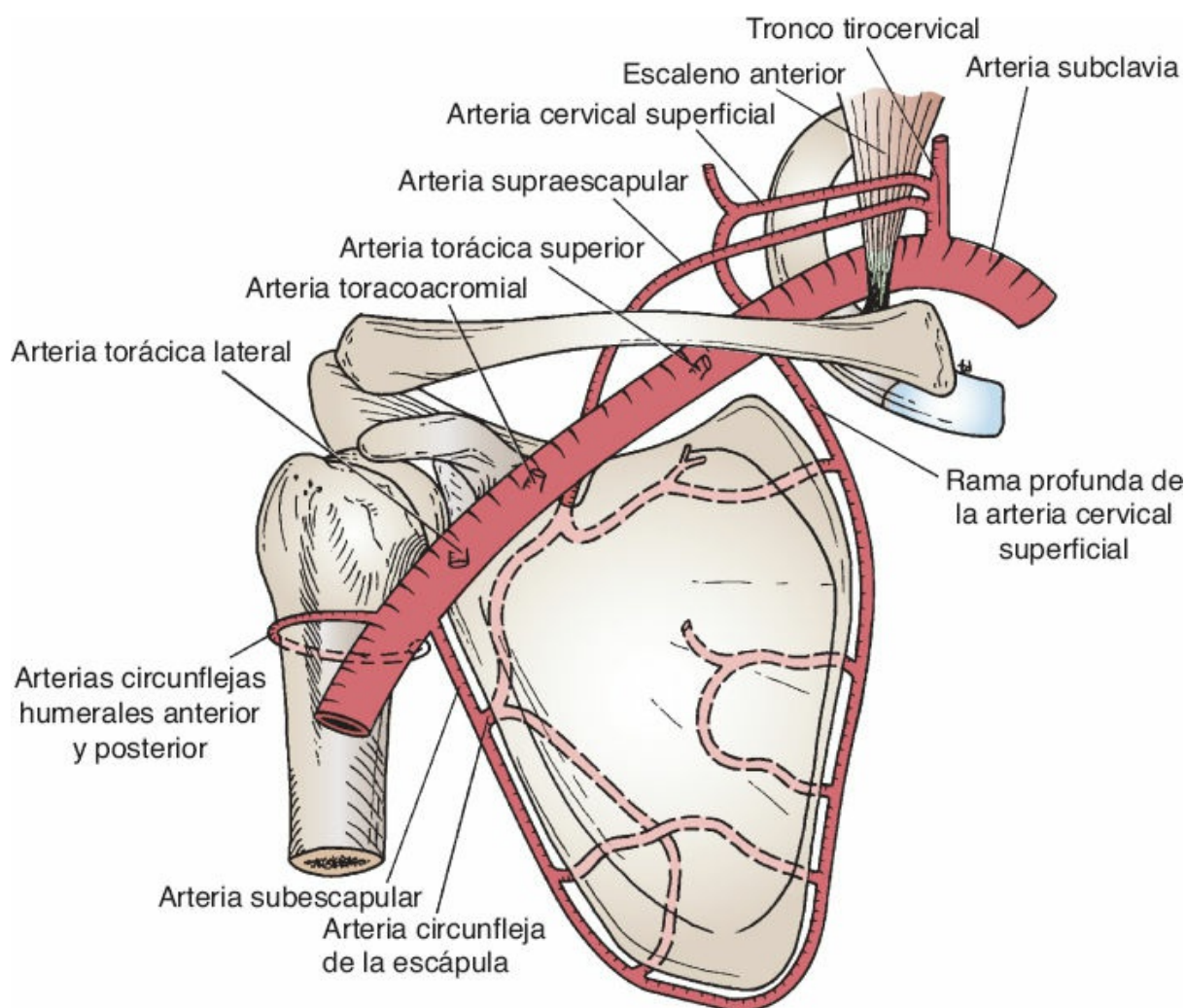


Figura 3-66 Arterias que participan en la anastomosis alrededor de la articulación del hombro.

Ramas de la arteria axilar

- La **arteria subescapular** y su **rama circunfleja de la escápula** irrigan las fosas subescapular e infraespinosa de la escápula, respectivamente.
- La **arteria circunfleja humeral anterior**.
- La **arteria circunfleja humeral posterior**.

Arteria braquial

La arteria braquial ([fig. 3-67](#); véanse también [figs. 3-25](#), [3-29](#) y [3-64](#)) comienza en el borde inferior del músculo redondo mayor como una continuación de la arteria axilar. Discurre por el compartimento anterior del brazo. Sin embargo, sus ramas irrigan los compartimentos anterior y posterior del brazo y, por lo tanto, la arteria braquial irriga todo el brazo. Finaliza frente al cuello del radio dividiéndose en las arterias radial y ulnar.

Relaciones

Véase la [figura 3-25](#).

- **Anteriormente.** El vaso es superficial y está superpuesto desde la cara lateral

por el coracobraquial y el bíceps. El nervio cutáneo medial del antebrazo se ubica por encima de la porción superior; el nervio mediano cruza su porción media; y la aponeurosis bicipital cruza su porción inferior.

- **Posteriormente.** La arteria yace sobre el tríceps, la inserción coracobraquial y el músculo braquial.
- **Medialmente.** En la porción superior del brazo, el nervio ulnar y la vena basilíca yacen mediales a la arteria. En la parte inferior del brazo, el nervio mediano se ubica en su cara medial.
- **Lateralmente.** Más proximalmente, el nervio mediano y los músculos coracobraquial y bíceps. Más distalmente, el tendón del bíceps yace lateral a la arteria.



Notas clínicas

Anastomosis arterial y ligadura de la arteria axilar

La existencia de una anastomosis alrededor de la articulación del hombro es vital para la conservación del miembro superior en caso de que sea necesario ligar la arteria axilar. Observe que es primordial ligar la arteria axilar proximal a la arteria subescapular para mantener un flujo colateral adecuado hacia el miembro superior (véase [fig. 3-66](#)).

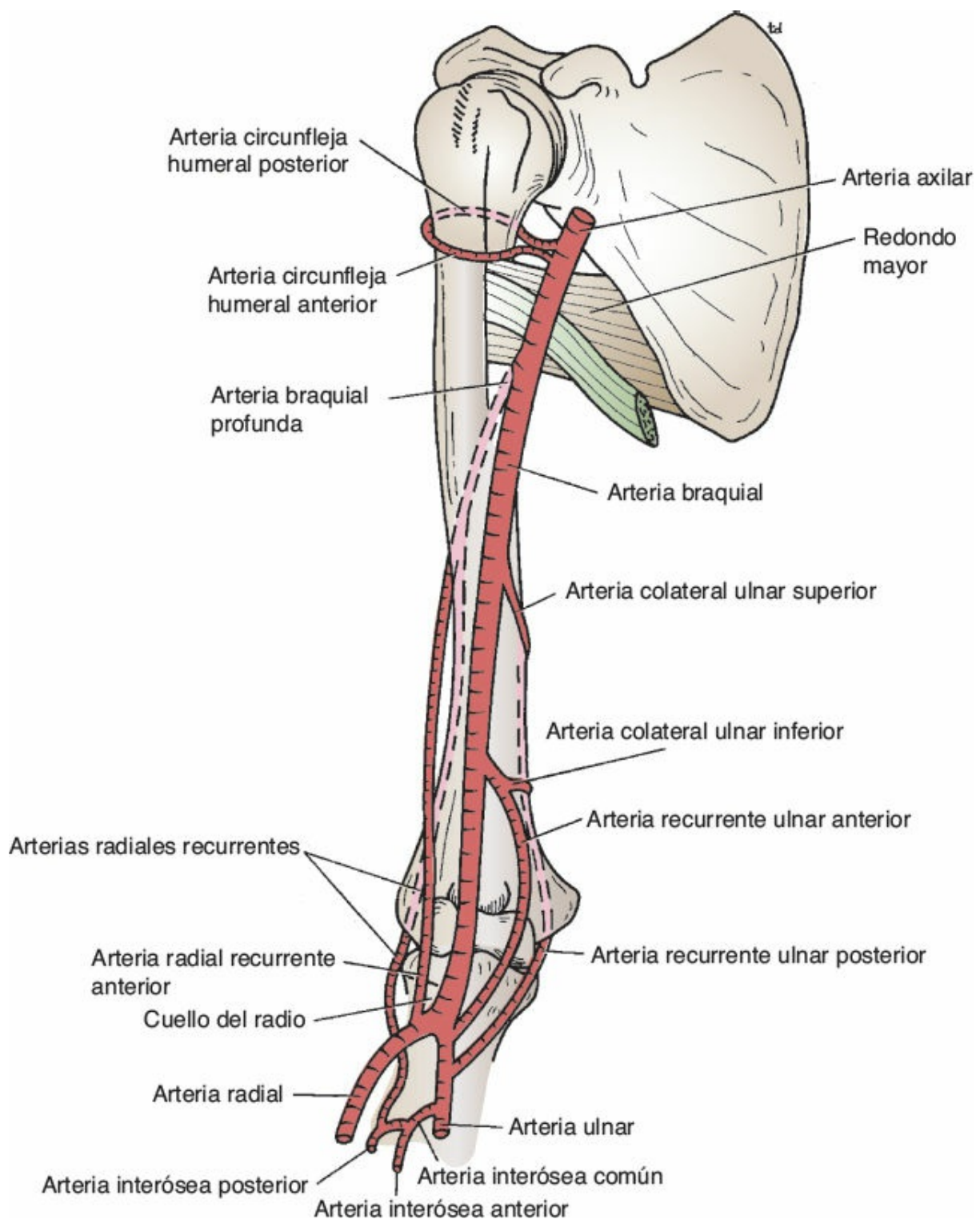


Figura 3-67 Arterias principales de la porción superior del brazo. Véase la anastomosis arterial alrededor de la articulación del codo.

RAMAS

- Las **ramas musculares** para el compartimento anterior del brazo.
- La **arteria nutricia** para el húmero.
- La **arteria braquial profunda** se origina cerca del origen de la arteria braquial, acompaña al nervio radial a través del surco del nervio radial (surco espiral) del húmero e irriga el tríceps. Se anastomosa con las **arteria radiales**

recurrentes (ramas de la arteria radial) para formar parte de la circulación colateral alrededor de la articulación del codo (véase fig. 3-67).

- La **arteria colateral ulnar superior** se origina cerca de la mitad del brazo y sigue el nervio ulnar posterior al epicóndilo medial (véase fig. 3-67). Se anastomosa con la **arteria ulnar recurrente posterior** (rama de la arteria ulnar) para formar parte de la circulación colateral alrededor de la articulación del codo (véanse figs. 3-33 y 3-67).
- La **arteria colateral ulnar inferior** se origina cerca de la terminación de la arteria braquial y pasa anterior al epicóndilo medial. Se anastomosa con la **arteria ulnar recurrente anterior** (rama de la arteria ulnar) para formar parte de la circulación colateral alrededor de la articulación del codo (véanse figs. 3-33 y 3-67).

Arteria ulnar

La arteria ulnar es la mayor de las dos ramas terminales de la arteria braquial (véanse figs. 3-29 y 3-64). Comienza en la fosa cubital a nivel del cuello del radio (véase fig. 3-29). Desciende por la cara medial (ulnar) del compartimento anterior del antebrazo (véase fig. 3-33) y entra en la palma superficial al retináculo flexor junto con el nervio ulnar (véanse figs. 3-36 a 3-38). Finaliza formando el arco palmar superficial, a menudo haciendo anastomosis con la rama palmar superficial de la arteria radial (véanse figs. 3-38 y 3-41).

Arteria ulnar en el antebrazo

En la porción proximal del antebrazo, la arteria ulnar se localiza profunda a la mayoría de los músculos flexores (véase fig. 3-33). Más distalmente, se vuelve superficial y se ubica entre los tendones del músculo flexor ulnar de la muñeca y los del flexor superficial de los dedos (véase fig. 3-32). A medida que la arteria cruza el retináculo flexor, yace inmediatamente lateral al hueso pisiforme y está cubierta solo por la piel y la fascia, lo que lo convierte en un buen lugar para tomar el pulso ulnar.

RAMOS DEL ANTEBRAZO

- Las **ramas musculares** de los músculos adyacentes.
- Las **ramas recurrentes ulnares anterior y posterior** que participan en las anastomosis arteriales alrededor de la articulación del codo (véanse las descripciones previas de las arterias colaterales ulnares; figs. 3-33 y 3-67).
- Ramas que intervienen en la **anastomosis arterial alrededor de la articulación de la muñeca**.
- La **arteria interósea común** se origina en la porción superior de la arteria ulnar y, después de un breve recorrido, se divide en las **arterias interóseas anterior y posterior** (véanse figs. 3-33 y 3-64). Las arterias interóseas pasan distalmente sobre las caras anterior y posterior de la membrana interósea, respectivamente. Emiten **arterias nutricias para el radio y la ulna**, irrigan los músculos adyacentes en los compartimentos anterior y posterior, y finalmente participan en la anastomosis alrededor de la articulación de la

muñeca.

Arteria ulnar en la mano

La arteria ulnar entra en la mano superficial al retináculo flexor en la cara lateral del nervio ulnar y el hueso pisiforme (véanse figs. 3-38 y 3-41). La arteria emite una **rama palmar profunda** y luego continúa en la palma como **arco palmar superficial**. Al entrar en la palma, el arco palmar superficial se curva lateralmente profundo a la aponeurosis palmar, y superficial a los tendones de los flexores. El arco se completa en la cara lateral mediante de una anastomosis con la **rama palmar superficial de la arteria radial**. La curva del arco se localiza en la palma de la mano, a nivel del borde distal del pulgar totalmente extendido.

El arco superficial emite tres **arterias digitales palmares comunes** (véanse figs. 3-38 y 3-41). Cada arteria común se divide en dos **arterias digitales palmares propias** que irrigan los lados adyacentes de dos dedos.

La **rama palmar profunda** de la arteria ulnar nace superficial al retináculo flexor, se sumerge entre el abductor y el flexor del meñique, y se une a la arteria radial para completar el arco palmar profundo (véanse figs. 3-41, 3-44 y 3-45).

Arteria radial

La arteria radial es la más pequeña de las dos ramas terminales de la arteria braquial (véanse figs. 3-29 y 3-64). Comienza en la fosa cubital al nivel del cuello del radio (véase fig. 3-29) y desciende a través de la cara lateral (radial) del compartimento anterior del antebrazo (véanse figs. 3-31 y 3-32). Finaliza formando el arco palmar profundo de la mano, a menudo anastomosándose con la rama palmar profunda de la arteria ulnar (véanse figs. 3-44 y 3-45).

Arteria radial en el antebrazo

En la cara proximal del antebrazo, la arteria radial es profunda al músculo braquiorradial (véase fig. 3-31). En el tercio medio de su trayecto, discurre medial al ramo superficial del nervio radial. En la cara distal del antebrazo, la arteria radial se localiza en la cara anterior del radio, entre los tendones de los músculos braquiorradial y flexor radial de la muñeca, y está cubierta solo por la piel y la fascia (véanse figs. 3-31 y 3-38). Este es el lugar ideal para tomar el pulso radial.

RAMAS DEL ANTEBRAZO

- Las **ramas musculares** de los músculos adyacentes.
- La **arteria recurrente radial** participa en la anastomosis arterial alrededor de la articulación del codo (véase la descripción previa de la arteria braquial profunda; véanse también figs. 3-32 y 3-67).
- La **rama palmar superficial** se origina cerca de la muñeca (véase fig. 3-41), entra en la palma de la mano y se une a la arteria ulnar para completar el arco palmar superficial.

Arteria radial en la mano

La arteria radial emerge del antebrazo enrollándose alrededor de la cara lateral de la muñeca para alcanzar la cara posterolateral de la mano (véanse figs. 3-32 y 3-35). La arteria entra en el suelo de la tabaquera anatómica, yaciendo sobre el ligamento lateral de la articulación de la muñeca y profundo a los tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar (véase fig. 3-35). El vaso continúa inferior al tendón del extensor largo del pulgar para alcanzar el intervalo entre las dos cabezas del primer músculo interóseo dorsal. Aquí, la arteria se dirige hacia el plano profundo entre las cabezas de los músculos para entrar en la cara profunda de la palma de la mano (véanse figs. 3-35 y 3-45).

Al entrar en la palma, la arteria radial se curva medialmente entre las cabezas oblicua y transversa del aductor del pulgar y continúa como el arco palmar profundo (véanse figs. 3-44 y 3-45). Dicho arco se curva medialmente profundo a los tendones del flexor largo y superficial a los huesos metacarpianos y los músculos interóseos. El arco se completa en la cara medial con la rama palmar profunda de la arteria ulnar. La curva del arco yace a nivel del borde proximal del pulgar extendido.

Inmediatamente después de entrar en la palma, la arteria radial da origen a la arteria radial del índice, que irriga la cara lateral del dedo índice, y a la arteria principal del pulgar, que se divide en dos e irriga las caras lateral y medial del pulgar. El arco palmar profundo emite ramas proximales, que participan en la anastomosis alrededor de la articulación de la muñeca, y distales, para unirse a las ramas digitales del arco palmar superficial.

Antes de sumergirse para formar el arco palmar profundo, la arteria radial emite el **arco dorsal de la muñeca** en el dorso de la mano. Las ramas de este arco participan en las anastomosis alrededor de la articulación de la muñeca y también irrigan los dedos (véase fig. 3-35).



Notas clínicas

Lesión arterial

Las arterias del miembro superior pueden dañarse con heridas penetrantes o requerir ligadura en las cirugías de amputación. Gracias a la presencia de una circulación colateral adecuada alrededor de las articulaciones del hombro, el codo y la muñeca, la ligadura de las arterias principales del miembro superior no se sigue de necrosis tisular o gangrena, siempre y cuando, claro está, las arterias que forman la circulación colateral no estén dañadas y la circulación general del paciente sea satisfactoria. Sin embargo, pueden requerirse días o semanas para que los vasos colaterales se abran lo suficiente como para que proporcionen, a la porción distal del miembro, el mismo volumen de sangre que el suministrado previamente por la arteria principal.

Palpación y compresión arterial

El médico debe saber dónde se pueden palpar o comprimir las arterias del miembro superior en una urgencia. La arteria subclavia, cuando cruza la 1.^a costilla para convertirse en la arteria axilar, puede palparse en la raíz del triángulo posterior del cuello (véase fig. 3-66). Aquí, la arteria puede comprimirse contra la 1.^a costilla para detener una hemorragia mortal. La tercera porción de la arteria axilar puede notarse en la axila, ya que se localiza anterior al músculo redondo mayor

(véanse figs. 3-12 y 3-65). La arteria braquial puede palparse en el brazo, ya que se halla superior al músculo braquial y, desde la cara lateral, superpuesta por el bíceps braquial (véase fig. 3-25).

La arteria radial yace superficialmente por delante del extremo distal del radio, entre los tendones del músculo braquiorradial y el flexor radial de la muñeca (véase fig. 3-31). Aquí es donde se toma el pulso radial. Si no puede notarse el pulso, debe intentarse en la muñeca del otro miembro. A veces, puede ser difícil notar los pulsos en casos de una arteria con anomalías congénitas. No es fácil palpar la arteria radial cuando esta cruza la tabaquera anatómica (véase fig. 3-105).

La arteria ulnar puede palparse a medida que cruza superficial respecto al retináculo flexor junto con el nervio ulnar. La arteria yace lateral al hueso pisiforme, separado del mismo por el nervio ulnar. En este punto, la arteria sufre lesiones frecuentes por las heridas por laceración en la cara anterior de la muñeca.

Prueba de Allen

La prueba de Allen se usa para determinar la permeabilidad de las arterias ulnar y radial. Con las manos del paciente apoyadas en las rodillas, deben comprimirse las arterias radiales contra la cara anterior de cada radio y solicitar al paciente que apriete los puños con fuerza. Esta maniobra provoca el cierre de los arcos arteriales palmares superficiales y profundos. Cuando se solicita al paciente que abra las manos, la piel de las palmas se observa inicialmente blanca y, luego, en condiciones normales, la sangre fluye hacia los arcos a través de las arterias ulnares, lo que hace que las palmas adquieran de nuevo su tonalidad normal. Ello determina una adecuada permeabilidad de las arterias ulnares. La permeabilidad de las arterias radiales puede determinarse repitiendo la prueba, pero esta vez comprimiendo las arterias ulnares en el punto donde yacen laterales a los huesos pisiformes.

Inervación arterial y enfermedad de Raynaud

Los nervios simpáticos inervan las arterias del miembro superior. Las fibras preganglionares se originan a partir de cuerpos celulares de los segmentos torácicos segundo a octavo de la médula espinal. Ascenden por el tronco simpático y hacen sinapsis en los ganglios cervicales medios, cervicales inferiores, primero dorsal o estrellado. Las fibras posganglionares se unen a los nervios que forman el plexo braquial y se distribuyen a las arterias dentro de los ramos del plexo. Por ejemplo, las arterias digitales de los dedos reciben inervación de fibras simpáticas posganglionares que viajan por los nervios digitales. Las enfermedades vasoespásticas que afectan las arteriolas digitales, como la enfermedad de Raynaud, pueden requerir una simpatectomía preganglionar cervicodorsal para prevenir la necrosis de los dedos. Esta intervención se sigue de una vasodilatación arterial, con el consiguiente aumento del flujo de sangre al miembro superior.

Venas

Las venas del miembro superior pueden dividirse en dos grupos: **superficial** y **profundo**. Las venas profundas incluyen las **venas satélites** y la **vena axilar**. Las venas satélite suelen ser pares y acompañar a las arterias de gran calibre y las arterias medianas (véase [cap. 1, Introducción](#)).

Venas superficiales

Las venas superficiales del miembro superior se localizan en la fascia superficial (fig. 3-68). La red venosa superficial comienza con el **arco venoso dorsal** en el dorso de la mano. Este arco yace proximal a las articulaciones metacarpofalángicas. La mayor parte de la sangre de toda la mano drena en el arco, que recibe las venas digitales y se comunica libremente con las venas profundas de la palma a través de los espacios interóseos. El arco venoso dorsal drena en las **venas cefálica y basilíca** en sus extremos lateral y medial,

respectivamente.

Vena cefálica

La vena cefálica se origina en la cara lateral del arco venoso dorsal sobre el dorso de la mano y rodea el borde lateral del antebrazo. Luego asciende a la fosa cubital y sube por la cara anterior del brazo en la fascia superficial sobre la cara lateral del bíceps. Se sumerge en el triángulo deltopectoral (clavipectoral), perfora la fascia clavipectoral y finalmente drena en la vena axilar. A medida que la vena cefálica pasa por el miembro superior, recibe un número variable de tributarias de las caras lateral y posterior del miembro (véase [fig. 3-68A](#)). La **vena mediana cubital**, rama de la vena cefálica en la fosa cubital, discurre superomedialmente y se une a la vena basilíca. La vena mediana cubital suele estar presente, pero la forma en que se conectan las venas cefálica y basilíca está sujeta a variaciones (véase [fig. 3-68B](#)). En la fosa cubital, la vena mediana cubital cruza la arteria braquial y el nervio mediano, pero está separada de estos por la aponeurosis bicipital.

Vena basilíca

La vena basilíca se origina en la cara medial del arco venoso dorsal en el dorso de la mano y rodea el borde medial del antebrazo. Luego asciende por la fosa cubital y sube por la cara anterior del brazo en la fascia superficial en la cara medial del bíceps (véase [fig. 3-68A](#)). En la mitad del brazo, perfora la fascia profunda y en el borde inferior del redondo mayor se une a las venas satélites de la arteria braquial para formar la vena axilar en la cara medial del bíceps. En su trayecto, la vena basilíca recibe la vena mediana cubital y un número variable de tributarias de las caras medial y posterior del miembro superior.

Vena axilar

La vena axilar (véase [fig. 3-11](#)) se forma en el borde inferior del músculo redondo mayor por la unión de las venas satélites de la arteria braquial y la vena basilíca (véase [fig. 3-65](#)). Se extiende superiormente sobre la cara medial de la arteria axilar y finaliza en el borde lateral de la 1.^a costilla convirtiéndose en la vena subclavia. La vena axilar recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria axilar y la vena cefálica.

Inervación de las venas

Al igual que las arterias, el músculo liso en la pared de las venas está inervado por fibras nerviosas posganglionares simpáticas que hacen posible el tono vasomotor. El origen de estas fibras es similar al de las arterias.

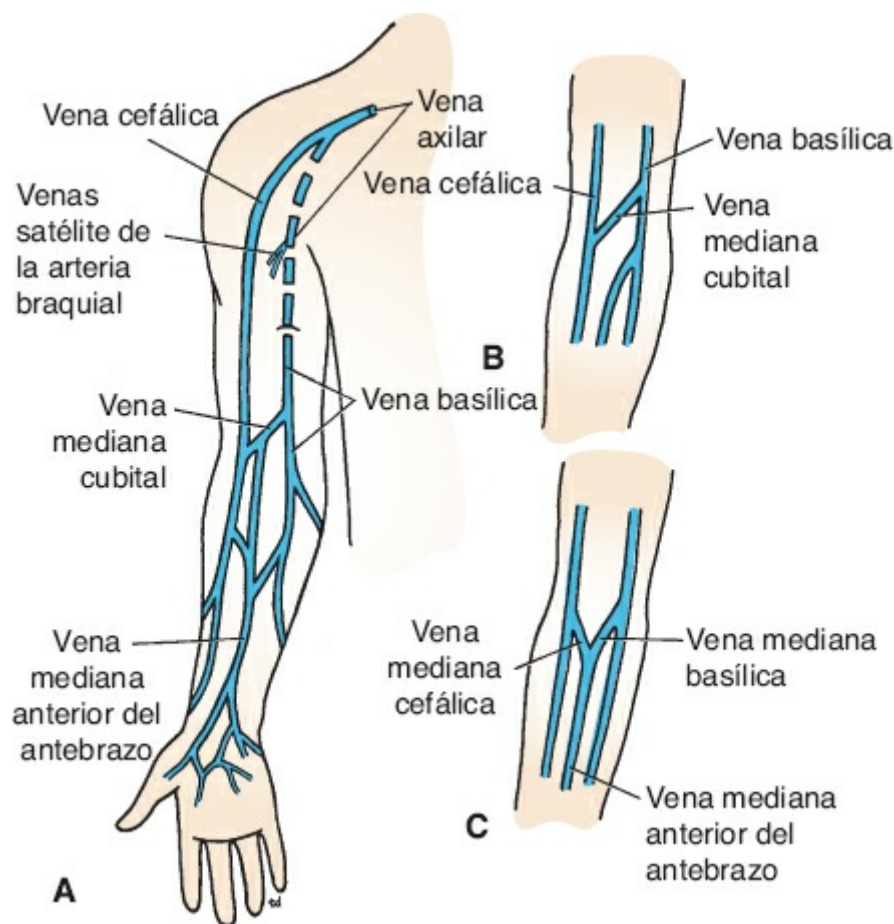


Figura 3-68 Venas superficiales del miembro superior. **A.** Venas principales. **B.** Variaciones frecuentemente observadas en la región del codo.

LINFÁTICOS

Los vasos linfáticos del miembro superior drenan en una extensa red de nódulos linfáticos axilares.

Nódulos axilares

Los nódulos linfáticos axilares (20 a 30) drenan la linfa de una amplia región. Estos nódulos drenan los vasos linfáticos de los cuadrantes laterales de la mama, los linfáticos superficiales de las paredes toracoabdominales por encima del nivel del ombligo, la piel de la espalda por encima del nivel de las crestas ilíacas y los vasos del miembro superior. Los nódulos linfáticos están distribuidos en seis grupos (fig. 3-69).



Notas clínicas

Venopunción y transfusiones de sangre

Las venas superficiales son clínicamente relevantes y son usadas para punciones venosas, transfusiones y cateterismos cardíacos. En una urgencia, el médico debe saber de dónde obtener

sangre del brazo. Cuando un paciente se encuentra en estado de *shock*, las venas superficiales no siempre son visibles. La vena cefálica suele localizarse en la fascia superficial, inmediatamente posterior al proceso estiloides del radio. En la fosa cubital, la vena mediana cubital está separada de la arteria braquial subyacente por la aponeurosis bicipital. Esto es importante porque la aponeurosis protege la arteria de la introducción errónea de fármacos irritantes que deberían haberse inyectado en la vena. En el triángulo deltopectoral (clavipectoral), la vena cefálica se comunica a menudo con la vena yugular externa a través de una pequeña vena que cruza la clavícula anteriormente. Una fractura de la clavícula puede provocar la rotura de esta vena comunicante, con la formación cosecuente de un enorme hematoma.

Transfusión intravenosa y *shock* hipovolémico

En el *shock* hipovolémico muy grave, el exceso de tono venoso puede inhibir el flujo sanguíneo venoso y, por lo tanto, retrasar la entrada de sangre intravenosa en el sistema vascular.

Anatomía del cateterismo de las venas basilica y cefálica

Las venas mediana cubital o basilica son las venas de elección para el cateterismo venoso central, ya que desde la fosa cubital hasta que la vena basilica alcanza la vena axilar, la vena basilica aumenta su diámetro y está en línea directa con la vena axilar (véase [fig. 3-68](#)). Las válvulas de la vena axilar pueden ser problemáticas, pero la abducción de la articulación del hombro puede permitir que el catéter se mueva más allá de la obstrucción.

La vena cefálica no aumenta de tamaño a medida que asciende por el brazo, y con frecuencia se divide en pequeñas ramas cuando se localiza dentro del triángulo deltopectoral (clavipectoral). Una o más de estas ramas pueden ascender sobre la clavícula y unirse a la vena yugular externa. La vena cefálica termina normalmente uniéndose a la vena axilar en un ángulo recto. Puede ser difícil maniobrar el catéter alrededor de este ángulo.

Trombosis espontánea de la vena axilar

A veces se produce una trombosis espontánea de la vena axilar después de realizar movimientos excesivos y poco habituales del brazo sobre la articulación del hombro.

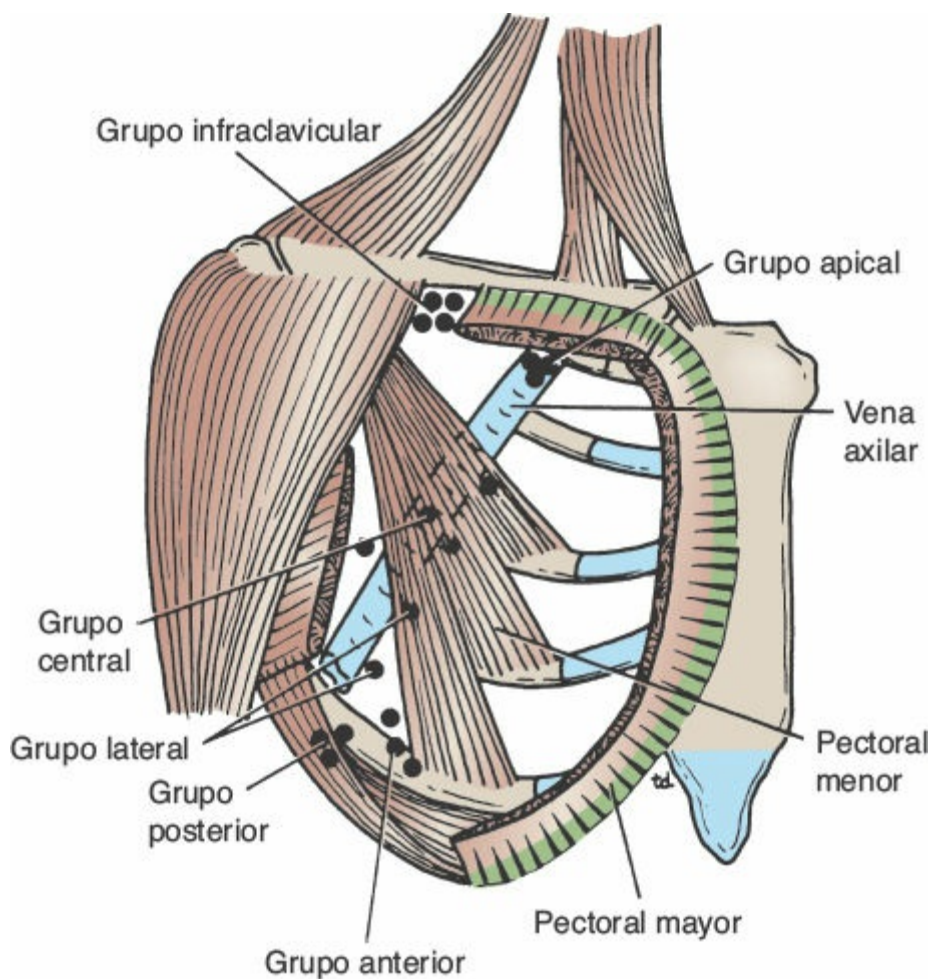


Figura 3-69 Diferentes grupos de nódulos linfáticos axilares.

- **Grupo anterior (pectoral).** Ubicado a lo largo del borde inferior del pectoral menor, profundo al pectoral mayor, estos nódulos reciben vasos linfáticos de los cuadrantes laterales de la mama y vasos superficiales de la pared anterolateral del abdomen por encima del nivel del ombligo.
- **Grupo posterior (subscapular).** Anteriores al músculo subescapular, estos nódulos reciben los vasos linfáticos superficiales desde la espalda hasta el nivel de las crestas ilíacas.
- **Grupo lateral.** A lo largo de la cara medial de la vena axilar, estos nódulos reciben la mayoría de los vasos linfáticos del miembro superior (excepto los vasos superficiales que drenan la cara lateral; véanse los nódulos infraclaviculares, a continuación).
- **Grupo central.** Localizados en el centro de la axila, en la grasa axilar profunda al pectoral menor, estos nódulos reciben la linfa de los tres grupos anteriores.
- **Grupo infraclavicular (deltopectoral).** Estos nódulos no son estrictamente axilares porque están ubicados fuera de la axila. Se localizan en el surco deltopectoral entre los músculos deltoides y pectoral mayor y reciben vasos linfáticos superficiales de la cara lateral de la mano, el antebrazo y el brazo.
- **Grupo apical.** Localizados en el vértice de la axila en el borde lateral de la 1.^a

costilla, estos nódulos reciben los vasos linfáticos eferentes de todos los otros nódulos axilares.



Notas clínicas

Exploración de los nódulos linfáticos axilares

El examen de los nódulos linfáticos axilares es una parte importante de la exploración de la mama. Con el paciente de pie o sentado, se le solicita que coloque la mano del lado que se va a examinar sobre la cadera y que empuje con fuerza hacia adentro. Esta acción de aducción de la articulación del hombro hace que el músculo pectoral mayor se contraiga al máximo, de modo que se endurece como una tabla. Entonces, el explorador palpa los nódulos axilares (véase [fig. 3-69](#)) de la siguiente manera:

- Los nódulos anteriores (pectorales) pueden palparse presionando anteriormente contra la cara posterior del músculo pectoral mayor en la pared anterior de la axila.
- Los nódulos posteriores (subescapulares) pueden palparse presionando posteriormente contra la cara anterior del músculo subescapular sobre la pared posterior de la axila.
- Los nódulos laterales pueden palparse contra la cara medial de la vena axilar. Los dedos del explorador presionan lateralmente contra la vena axilar y la arteria axilar pulsátil.
- Los nódulos centrales pueden palparse en el centro de la axila entre el pectoral mayor (pared anterior) y el subescapular (pared posterior).
- Para los nódulos apicales, se solicita al paciente que relaje los músculos de los hombros y deje que el miembro superior cuelgue hacia un lado. El explorador coloca suavemente las puntas de los dedos de la mano exploradora en la axila hasta el borde exterior de la 1.^a costilla. Si los nódulos están dilatados, pueden palparse fácilmente.

Los nódulos apicales drenan en el **tronco linfático subclavio**. En el lado izquierdo, este tronco drena en el conducto torácico; en el lado derecho, lo hace en el tronco linfático derecho. Como alternativa, los troncos linfáticos subclavios pueden drenar directamente en una de las grandes venas en la raíz del cuello.

Vasos linfáticos superficiales y profundos

Los vasos linfáticos superficiales que drenan los tejidos superficiales del miembro superior discurren superiormente en la axila ([fig. 3-70](#)).

Los vasos linfáticos de los dedos pasan a lo largo de sus bordes para alcanzar las redes. Desde aquí, los vasos ascienden por el dorso de la mano. En la palma, los vasos linfáticos forman un plexo que es drenado por los vasos que ascienden por la cara anterior del antebrazo o pasan alrededor de los bordes medial y lateral para unir los vasos en el dorso de la mano. Los vasos linfáticos del pulgar

y los dedos laterales y las áreas laterales de la mano, el antebrazo y el brazo siguen la vena cefálica hacia el grupo nodular infraclavicular.

Los vasos superficiales de los dedos mediales y las áreas mediales de la mano y el antebrazo siguen la vena basilíca hasta la fosa cubital. En este punto, algunos de los vasos drenan en el **nódulo linfático supratroclear**, mientras que otros evitan el nódulo y acompañan a la vena basilíca hasta la axila, donde drenan en el grupo lateral de los nódulos axilares. El nódulo linfático supratroclear se localiza en la fascia superficial sobre la porción superior de la fosa cubital, superior a la tróclea. Los vasos eferentes del nódulo supratroclear también drenan en los nódulos axilares laterales.

Los vasos linfáticos profundos que drenan los músculos y las estructuras profundas del brazo drenan en el grupo lateral de los nódulos axilares.

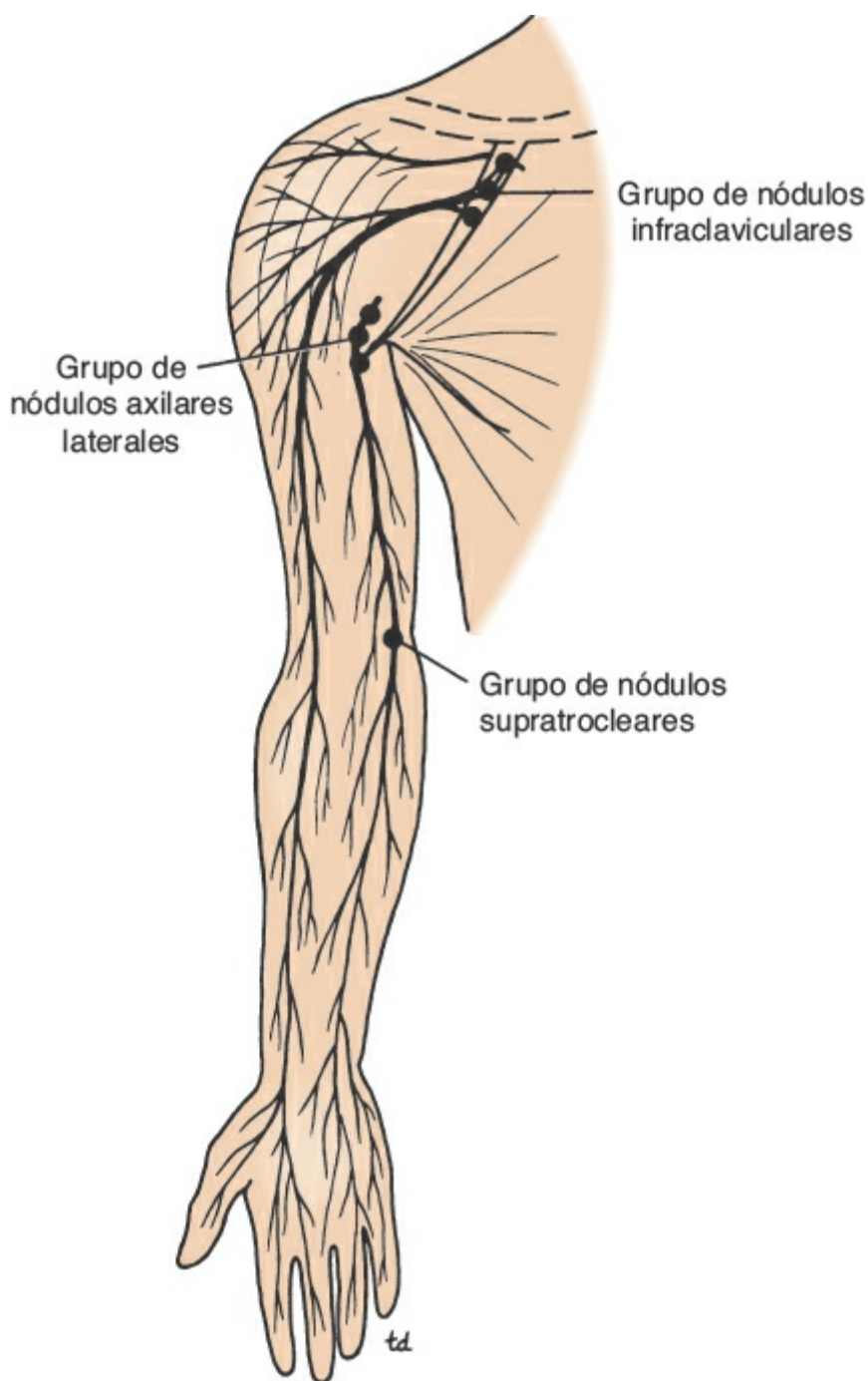


Figura 3-70 Nódulos linfáticos superficiales del miembro superior. Obsérvense las posiciones de los nódulos linfáticos.



Notas clínicas

Linfangitis

La infección de los vasos linfáticos (linfangitis) del brazo ocurre con frecuencia. Se caracteriza por una serie de líneas rojas a lo largo del curso de los vasos linfáticos. Los vasos linfáticos del pulgar y el índice y la cara lateral de la mano siguen la vena cefálica hasta el grupo infraclavicular de nódulos axilares; los de los dedos medio, anular y meñique y de la parte medial de la mano siguen la vena basilica hasta el nódulo supratroclear, que se localiza en la fascia superficial inmediatamente superior al epicóndilo medial del húmero y, de allí, al grupo lateral de nódulos axilares.

Linfadenitis

Cuando la infección alcanza los nódulos linfáticos, estos se dilatan y se vuelven dolorosos, trastorno conocido como *linfadenitis*. La mayoría de los vasos linfáticos de los dedos y la palma pasan al dorso de la mano antes de pasar al antebrazo. Esto explica la frecuencia de edema inflamatorio, o incluso de formación de abscesos, en el dorso de la mano después de una infección en los dedos o la palma.

ARTICULACIONES

Numerosas articulaciones, en su mayoría sinoviales, permiten la gran movilidad del miembro superior. Cada una de las regiones del hombro y el codo contienen tres articulaciones individuales. La muñeca y la mano poseen múltiples articulaciones.

Articulación esternoclavicular

- **Articulación.** Se localiza entre el extremo esternal de la clavícula, el manubrio del esternón y el primer cartílago costal ([fig. 3-71A](#)).
- **Tipo.** Artrodia (articulación sinovial en silla de montar).
- **Cápsula.** Rodea la articulación y se une a los bordes de las caras articulares.
- **Ligamentos.** La cápsula está reforzada por delante y por detrás de la articulación por los poderosos **ligamentos esternoclaviculares**.
- **Disco articular.** Dentro de la articulación se localiza un disco plano fibrocartilaginoso que divide el interior de la articulación en dos compartimentos: medial y lateral ([véase fig. 3-71A](#)). Su circunferencia está unida al interior de la cápsula articular, pero también está fuertemente fijada al borde superior de la cara articular de la clavícula superiormente y al primer cartílago costal inferiormente.
- **Ligamento accesorio.** El **ligamento costoclavicular** es un fuerte ligamento que se extiende desde la unión de la 1.^a costilla con el primer cartílago costal hasta la cara inferior del extremo esternal de la clavícula ([véase fig. 3-71A](#)).
- **Membrana sinovial.** La membrana sinovial cubre la cápsula articular y se

inserta en los bordes del cartílago que cubre las caras articulares.

- **Inervación.** El nervio supraclavicular y el del músculo subclavio.

Movimientos

El movimiento hacia adelante y hacia atrás de la clavícula tiene lugar en el compartimento medial de la articulación. La elevación y el descenso de la clavícula ocurren en el compartimento lateral (fig. 3-72A). Varios músculos actúan para producir movimiento en esta articulación (tabla 3-13).

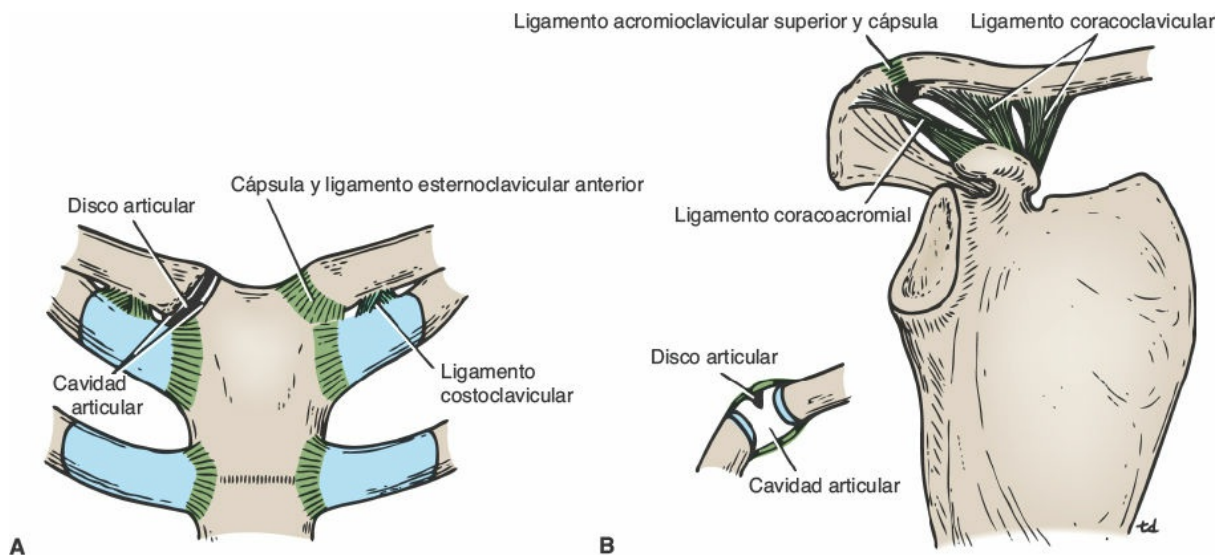


Figura 3-71 A. Articulación esternoclavicular. B. Articulación acromioclavicular.



Notas clínicas

Lesiones de la articulación esternoclavicular

El fuerte ligamento costoclavicular fija firmemente el extremo medial de la clavícula al primer cartílago costal. Los golpes fuertes a lo largo del eje largo de la clavícula suelen fracturar dicho hueso, pero a veces puede producirse una dislocación de la articulación esternoclavicular. Si el ligamento costoclavicular se rompe por completo, es difícil mantener la posición normal de la clavícula una vez que se ha logrado reducir.

La **dislocación anterior** hace que el extremo medial de la clavícula se proyecte anteriormente por debajo de la piel; también traccionado superiormente por el músculo esternocleidomastoideo.

La **dislocación posterior** suele deberse a un traumatismo directo en la cara anterior de la articulación que empuja la clavícula hacia atrás. Este tipo de dislocación es el más grave porque la clavícula desplazada puede presionar la tráquea, el esófago y los principales vasos sanguíneos en la raíz del cuello.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Piel y algunas fibras de los músculos esternocleidomastoideo y pectoral mayor.
- **Posteriormente.** Músculo esternohioideo; a la derecha, arteria braquiocefálica; a la izquierda, vena braquiocefálica izquierda y arteria carótida común

izquierda.

Articulación acromioclavicular

- **Articulación.** Entre el acromion de la escápula y el extremo lateral de la clavícula (véase [fig. 3-71B](#)).
- **Tipo.** Sinovial plana.
- **Cápsula.** Rodea la articulación y se une a los bordes de las caras articulares.
- **Ligamentos.** Los **ligamentos acromioclaviculares superior e inferior** refuerzan la cápsula. Un disco fibrocartilaginoso en forma de cuña se proyecta en la cavidad articular desde la cápsula, desde arriba (véase [fig. 3-71B](#)).
- **Ligamento accesorio.** El resistente **ligamento coracoclavicular** se extiende desde el proceso coracoides hasta la cara inferior de la clavícula y se encarga principalmente de suspender el peso de la escápula y el miembro superior desde la clavícula (véase [fig. 3-71B](#)).
- **Membrana sinovial.** Cubre la cápsula y se inserta en los bordes del cartílago que cubre las caras articulares.
- **Inervación.** Nervio suprascapular.

Movimientos

Cuando la escápula rota o cuando la clavícula se eleva o desciende, se produce un movimiento deslizante (véase [fig. 3-72B](#)).

Tabla 3-13 Músculos que producen el movimiento articular esternoclavicular

MOVIMIENTO	MÚSCULOS
Hacia adelante	Serrato anterior
Hacia atrás	Trapezio, romboides
Elevación	Esternocleidomastoideo, trapecio, romboides, elevador de la escápula
Descenso	Pectoral menor, subclavio

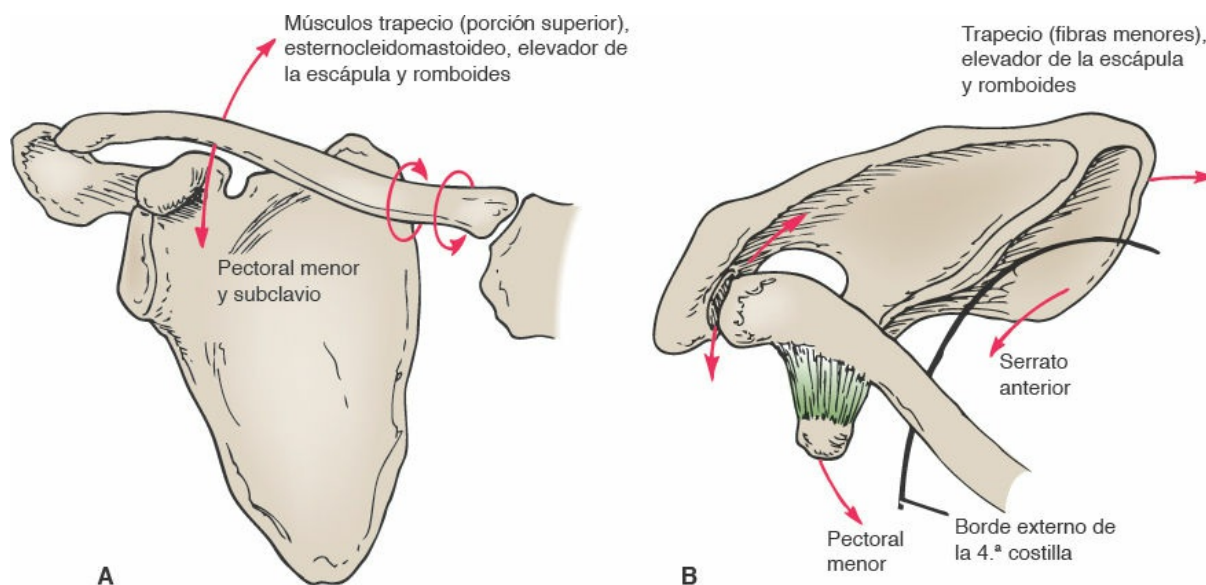


Figura 3-72 La gran amplitud de movimiento posible en las articulaciones esternoclavicular y acromioclavicular permite una gran variedad de movimientos a la clavícula y el miembro superior. Movimientos de las articulaciones esternoclavicular (A) y acromioclavicular (B).



Notas clínicas

Lesiones de la articulación acromioclavicular

El plano de las caras articulares de la articulación acromioclavicular discurre inferomedialmente, de modo que hay una tendencia a que el extremo lateral de la clavícula se desplace sobre la cara superior del acromion. La fuerza de la articulación depende del resistente ligamento coracoclavicular, que une el proceso coracoides con la cara inferior de la porción lateral de la clavícula. La mayor parte del peso del miembro superior es transmitido a la clavícula a través de este ligamento, y se producen movimientos rotatorios de la escápula en este importante ligamento.

Dislocación acromioclavicular

Un golpe violento en el muñón del hombro, como ocurre durante el bloqueo o el ataque en el fútbol americano o el rugby, o cualquier caída grave, pueden empujar el acromion de modo que se desplace por debajo del extremo lateral de la clavícula, con lo que se rompe el ligamento coracoclavicular. Esta alteración se conoce como **separación del hombro**. El extremo externo desplazado de la clavícula es fácilmente palpable. Como en el caso de la articulación esternoclavicular, la dislocación puede reducirse fácilmente, pero la retirada de apoyo origina una nueva dislocación.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Músculo deltoides.
- **Posteriormente.** Músculo trapecio.
- **Superiormente.** Piel.

Articulación glenohumeral (del hombro)

- **Articulación.** Se localiza entre la cabeza redondeada del húmero y la cavidad glenoidea de la escápula, poco profunda y en forma de pera. Las caras

articulares están recubiertas de cartílago hialino, y la cavidad glenoidea se hace más profunda gracias a la presencia de un borde fibrocartilaginoso denominado **rodete glenoideo** (figs. 3-73B y 3-74).

- **Tipo.** Sinovial y de tipo esférica.
- **Cápsula.** Rodea la articulación y se inserta medialmente al borde de la cavidad glenoidea fuera del rodete; lateralmente, se inserta en el cuello anatómico del húmero (véase fig. 3-74). La cápsula es delgada y laxa, lo que permite gran amplitud de movimiento. Bandas fibrosas de los tendones del músculo subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor (músculos del manguito de los rotadores) fortalecen la cápsula.
- **Ligamentos.** Los **ligamentos glenohumerales** son tres débiles bandas de tejido fibroso que fortalecen la porción anterior de la cápsula. El **ligamento humeral transverso** fortalece la cápsula, cierra la brecha entre las dos tuberosidades y mantiene en posición el tendón de la cabeza larga del músculo bíceps. El **ligamento coracohumeral** refuerza superiormente la cápsula y se extiende desde la raíz del proceso coracoides hasta el tubérculo mayor del húmero (véase fig. 3-73A).
- **Ligamentos accesorios.** El **ligamento coracoacromial** se extiende entre el proceso coracoides y el acromion (véase fig. 3-73A). Su función es proteger la cara superior de la articulación.
- **Membrana sinovial.** Cubre la cápsula y se fija a los bordes del cartílago que cubre las caras articulares (véanse figs. 3-73A y 3-74). Forma una vaina tubular alrededor del tendón de la cabeza larga del bíceps braquial. Se extiende a través de la pared anterior de la cápsula para formar la bolsa subescapular por debajo del músculo subescapular.
- **Inervación.** Nervios axilar y supraescapular.

Movimientos

La articulación del hombro tiene gran amplitud de movimiento, pero poca estabilidad (cabe compararla con la articulación de la cadera, que es estable pero con movimientos limitados). La fuerza de la articulación depende del tono de los músculos cortos del manguito rotador que se cruzan por delante, por encima y por detrás de la articulación, es decir, el subescapular, el supraespinoso, el infraespinoso y el redondo menor. Cuando se abduce la articulación, la cara inferior de la cabeza del húmero se apoya en la cabeza larga del tríceps, que se inclina inferiormente debido a su longitud y proporciona poco apoyo real al húmero. Además, la porción inferior de la cápsula es el área más débil.

Como se muestra en la figura 3-75, son posibles los siguientes movimientos:

- **Flexión.** La flexión normal es de unos 90° y se realiza a partir de las fibras anteriores de los músculos deltoides, pectoral mayor, bíceps y coracobraquial.
- **Extensión.** La extensión normal es de unos 45° y es realizada por las fibras posteriores del deltoides, el músculo dorsal ancho y el redondo mayor.
- **Abducción.** La abducción del miembro superior se produce tanto en la articulación del glenohumeral (hombro) como entre la escápula y la pared

torácica (véase luego *Mecanismo escapulohumeral*). En este movimiento participan las fibras medias del deltoides, asistidas por el supraespinoso. El músculo supraespinoso inicia el movimiento de abducción y sostiene la cabeza del húmero contra la fosa glenoidea de la escápula; esta última función permite que el músculo deltoides se contraiga y abduzca el húmero en la articulación del hombro.

- **Aducción.** En condiciones normales, el miembro superior puede rotar 45° a través de la porción frontal del tórax. Este movimiento lo llevan a cabo los músculos pectoral mayor, dorsal ancho, redondo mayor y menor.
- **Rotación lateral.** La rotación lateral normal es de 40-45°. La realizan el infraespinoso, el redondo menor y las fibras posteriores del deltoides.
- **Rotación medial.** La rotación medial normal es de unos 55°. La realizan el subescapular, el dorsal, el redondo mayor y las fibras anteriores del músculo deltoides.
- **Circunducción.** Consiste en una combinación de los movimientos previos.

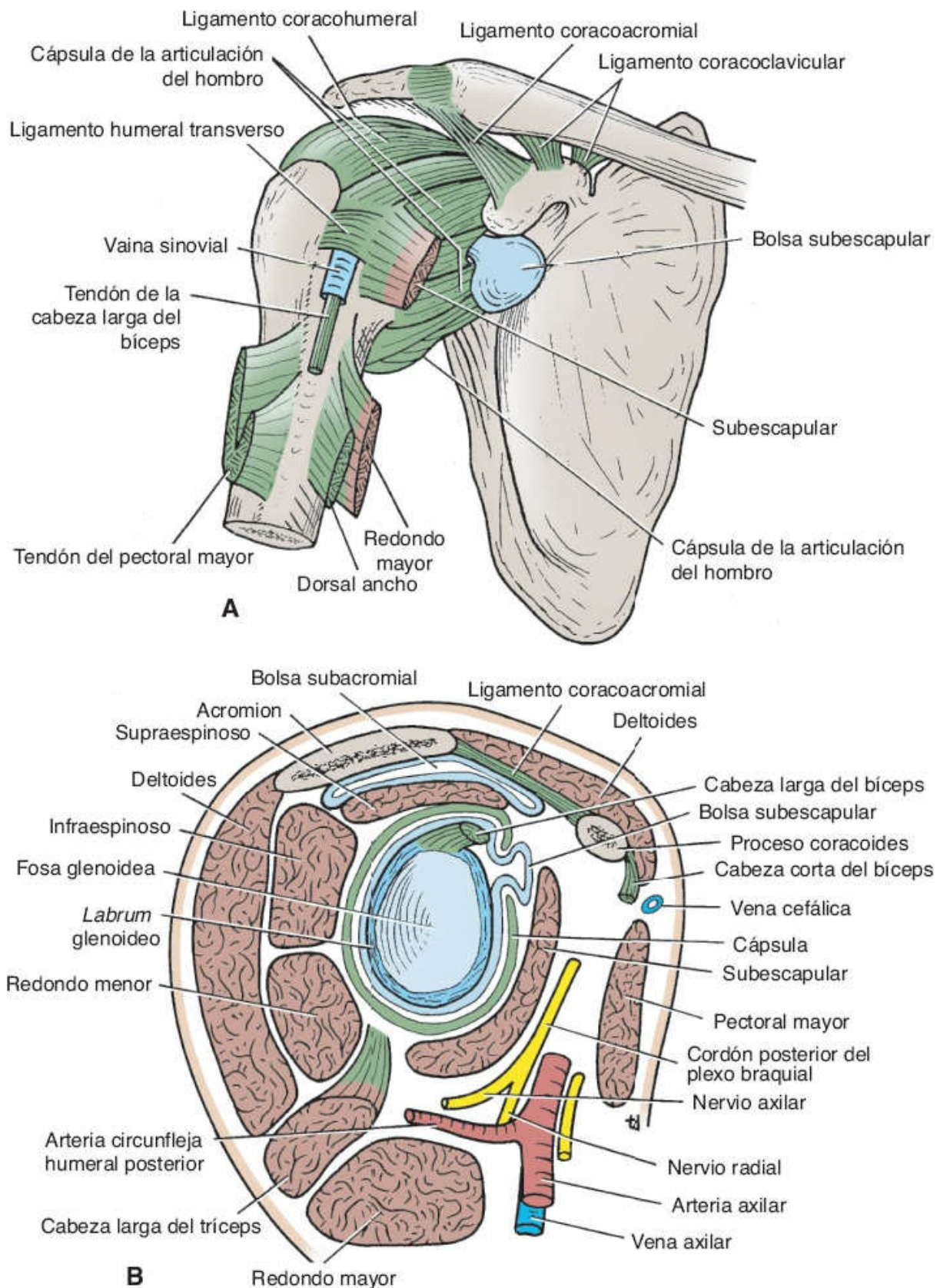


Figura 3-73 Articulación del hombro y sus relaciones. **A.** Vista anterior. **B.** Sección sagital.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Músculo subescapular, vasos axilares y plexo braquial.
- **Posteriormente.** Músculos infraespinoso y redondo menor.

- **Superioremte.** Músculo supraespinoso, bolsa subacromial, ligamento coracoacromial y músculo deltoides.
- **Inferioremte.** Cabeza larga del músculo tríceps, nervio axilar y vasos humerales circunflejos posteriores.
- El **tendón de la cabeza larga del músculo bíceps braquial** pasa a través de la articulación y emerge inferior al ligamento humeral transversal (véanse figs. 3-73A y 3-74).

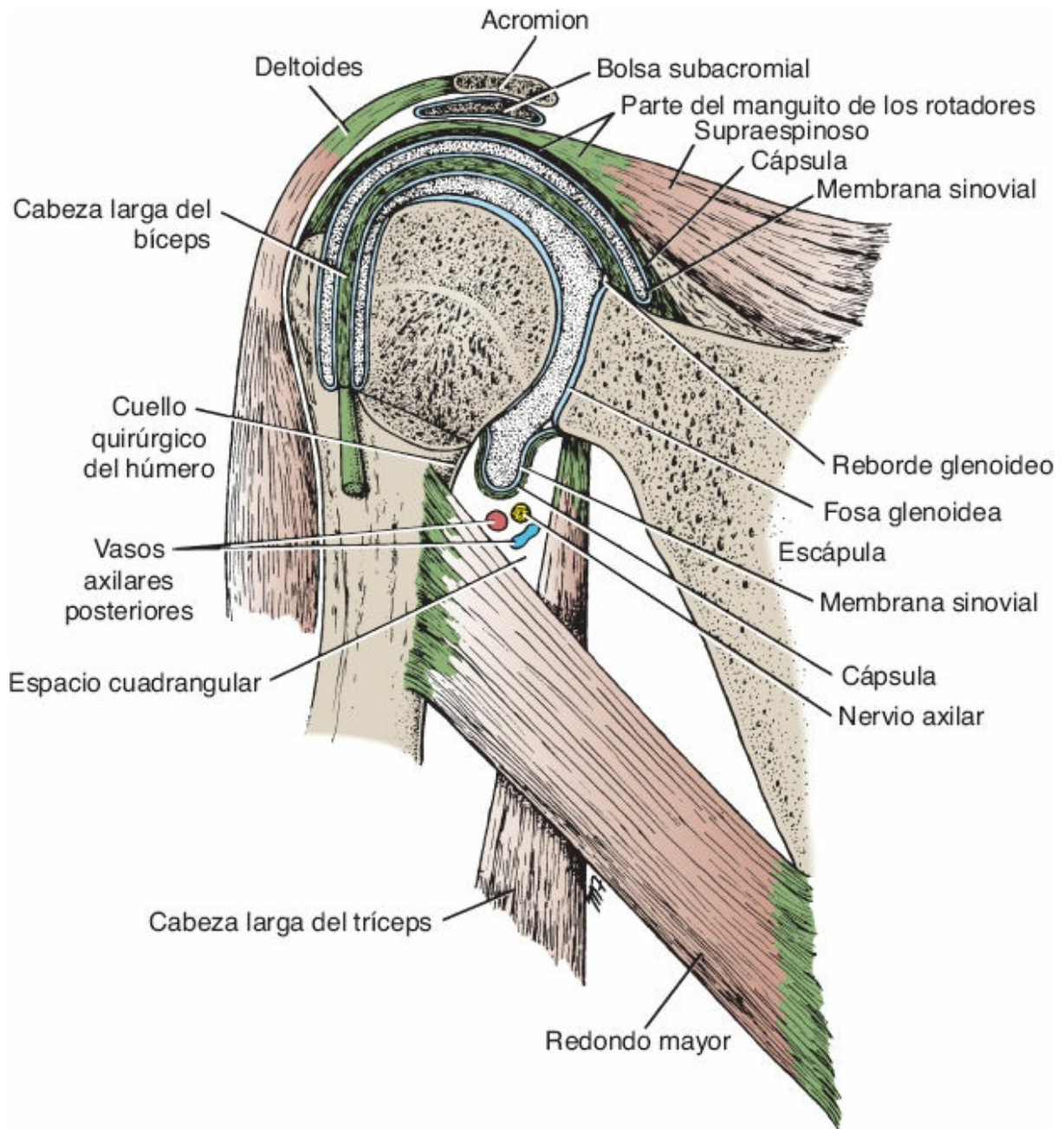


Figura 3-74 Interior de la articulación del hombro.

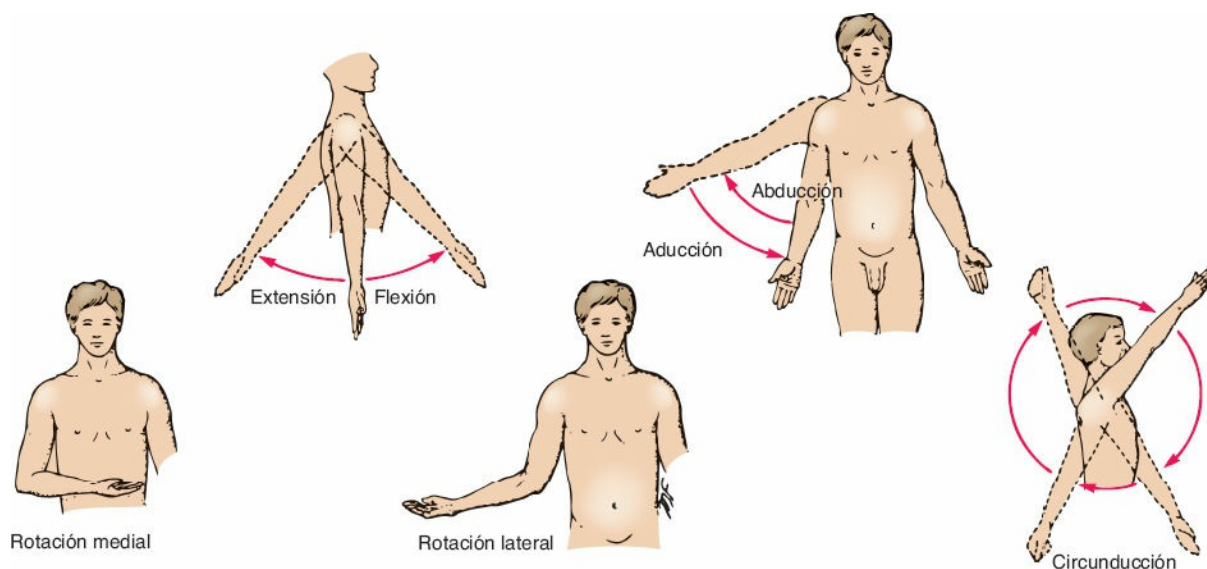


Figura 3-75 Movimientos posibles en la articulación del hombro. La abducción glenohumeral pura es posible solo hasta unos 120°; el movimiento adicional del miembro superior por encima del nivel del hombro requiere la rotación de la escápula (véase texto).

Mecanismo escapulohumeral

La escápula y el miembro superior suspenden de la clavícula gracias al resistente ligamento coracoclavicular, asistido por el tono de los músculos. Cuando la escápula rota sobre la pared torácica de modo que se altera la posición de la fosa glenoidea, puede considerarse que el eje de rotación pasa a través del ligamento coracoclavicular.

La abducción del brazo implica la rotación de la escápula, así como el movimiento en la articulación del hombro. Por cada 3° de abducción del brazo, se produce una abducción de 2° en la articulación del hombro, y se produce una abducción de 1° por la rotación de la escápula. A unos 120° de abducción del brazo, el tubérculo mayor del húmero entra en contacto con el borde lateral del acromion. La elevación adicional del brazo por encima de la cabeza se realiza rotando la escápula. La [figura 3-76](#) resume los movimientos de abducción del brazo y muestra la dirección de tracción de los músculos responsables de estos movimientos.

Articulación del codo

- **Articulación.** Se localiza entre la tróclea y el *capitulum* del húmero y la escotadura troclear de la ulna y la cabeza del radio ([fig. 3-77C](#)). La cara articular está recubierta con cartílago hialino.
- **Tipo.** En bisagra (gínglimo).
- **Cápsula.** Anteriormente, se fija por encima al húmero a lo largo de los bordes superiores de las fosas coronoides y radial (supracondílea), por delante a los epicóndilos medial y lateral, y por debajo a los bordes del proceso coronoides de la ulna y al ligamento anular, que rodea la cabeza del radio. Posteriormente, se fija por encima a los bordes de la fosa del olécranon del húmero y por

debajo al borde superior y los lados del proceso del olécranon de la ulna y al ligamento anular.

- **Ligamento.** El **ligamento colateral radial (lateral)** (véase [fig. 3-77A,B](#)) es triangular y está fijado por su vértice al epicóndilo lateral del húmero y por su base al borde superior del **ligamento anular**. El **ligamento colateral ulnar (medial)** también es triangular y está formado principalmente por tres resistentes cordones: el cordón anterior, que pasa del epicóndilo medial del húmero al borde medial del proceso coronoides; el cordón posterior, que pasa del epicóndilo medial del húmero al lado medial del olécranon; y el cordón transversal, que pasa entre las uniones ulnares de las dos bandas precedentes.
- **Membrana sinovial.** Esta membrana recubre la cápsula y cubre las almohadillas de grasa en los suelos de las fosas coronoides, radial y olecraniana; se continúa inferiormente con la membrana sinovial de la articulación radioulnar proximal.
- **Inervación.** Ramos de los nervios mediano, ulnar, musculocutáneo y radial.



Notas clínicas

Estabilidad de la articulación del hombro

La poca profundidad de la fosa glenoidea de la escápula y la falta de apoyo ofrecida por los débiles ligamentos hacen que esta articulación sea bastante inestable. Su fuerza depende casi por completo del tono de los músculos cortos que unen el extremo superior del húmero con la escápula, es decir, el subescapular anteriormente, el supraespinoso superiormente y el infraespinoso y el redondo menor posteriormente. Los tendones de estos músculos se fusionan con la cápsula subyacente de la articulación del hombro. Juntos, estos tendones forman el manguito de los rotadores. La parte con menos apoyo de la articulación se halla en la región inferior, donde los músculos no la protegen.

Dislocación de la articulación del hombro

La articulación del hombro es la articulación grande que se disloca con mayor frecuencia.

Dislocación anterior-inferior

Un golpe violento y repentino aplicado contra el húmero con la articulación completamente abducida inclina la cabeza humeral inferiormente, hacia la débil región inferior de la cápsula, que se desgarrar, y la cabeza humeral se desplaza hacia una localización inferior a la fosa glenoidea. Durante este movimiento, el acromión actúa como punto de apoyo. A continuación, fuertes flexores y aductores de la articulación del hombro suelen desplazar la cabeza humeral anterosuperiormente, hacia posición **subcoracoidea**.

Dislocación posterior

Las dislocaciones posteriores son poco frecuentes y, en general, se deben a golpes violentos directos en la cara anterior de la articulación.

Durante el examen de un paciente con una dislocación del hombro, se observa una pérdida del aspecto redondeado del hombro porque el tubérculo mayor del húmero no protruye lateralmente por debajo del músculo deltoides. Un desplazamiento subglenoideo de la cabeza del húmero hacia el espacio cuadrangular puede causar daño del nervio axilar, como lo indica la parálisis del músculo deltoides y la pérdida de la sensibilidad de la piel en la mitad inferior del deltoides (véanse [figs. 3-73B](#) y [3-74](#)). El desplazamiento inferior al húmero también puede estirar y dañar el nervio radial (véase [fig. 3-73B](#)).

Dolor de hombro

Los nervios axilar y supraescapular inervan la membrana sinovial, la cápsula y los ligamentos de la articulación del hombro. La articulación es sensible al dolor, la presión, el estiramiento excesivo y la distensión. Los músculos que rodean la articulación presentan espasmos reflejos en respuesta al dolor que se origina en la articulación, que a su vez sirve para inmovilizar la articulación y reducir así el dolor.

La lesión en la articulación del hombro viene acompañada de dolor, limitación del movimiento y atrofia muscular debido a la falta de uso. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el dolor en la región del hombro puede ser secundario a una enfermedad ubicada en otra parte, y que la articulación del hombro puede no estar alterada. Por ejemplo, algunas enfermedades de la médula espinal y la columna vertebral y la compresión de una costilla cervical pueden causar dolor en el hombro. La irritación de la pleura o el peritoneo diafragmático puede producir dolor referido a través de los nervios frénicos y supraclaviculares.

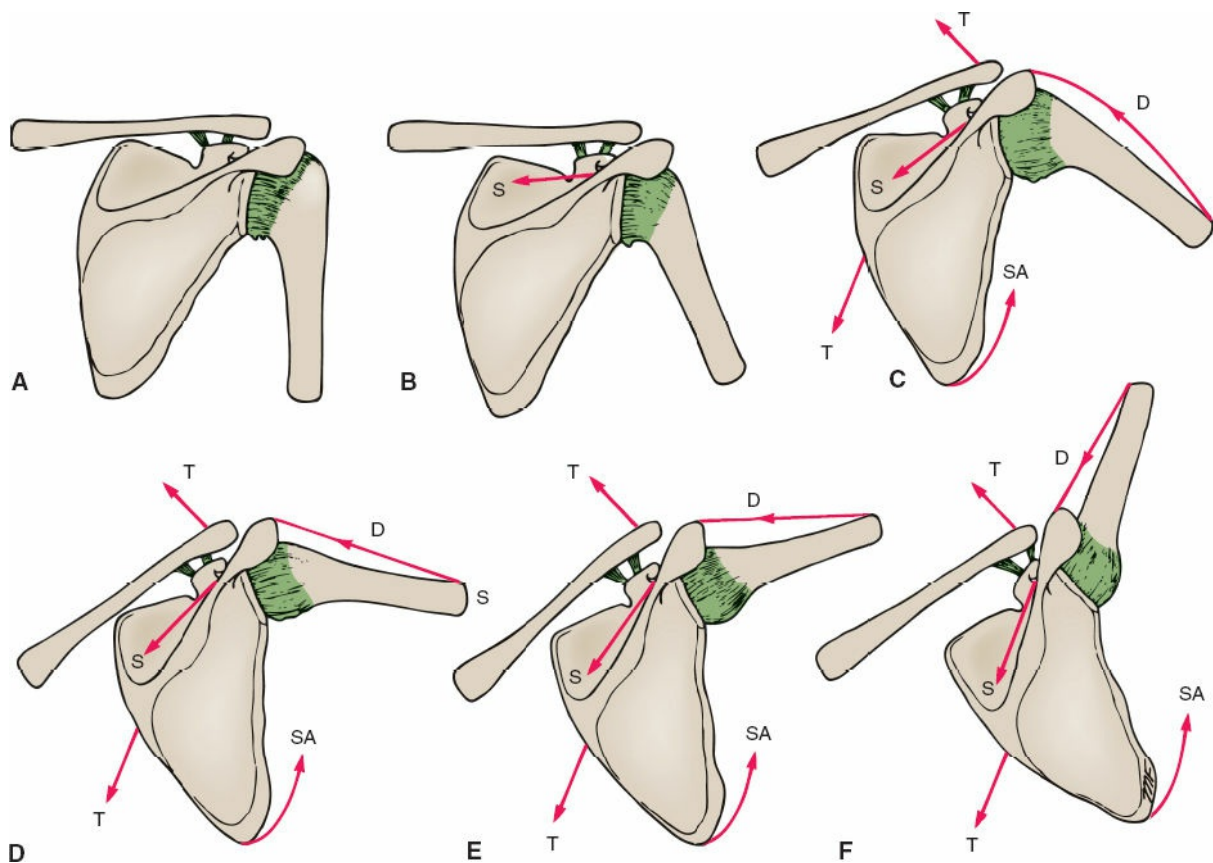


Figura 3-76 Movimientos de abducción de la articulación del hombro y rotación de la escápula, así como los músculos que producen estos movimientos. Debe tenerse en cuenta que, por cada 3° de abducción del brazo, se produce una abducción de 2° en la articulación del hombro, y 1° se produce por la rotación de la escápula. A unos 120° de abducción, el tubérculo mayor del húmero golpea contra el borde lateral del acromion. La elevación adicional del brazo sobre la cabeza se realiza rotando la escápula. D, deltoides; S, supraespinoso; SA, serrato anterior; T, trapecio.

Movimientos

La articulación del codo puede realizar movimientos de flexión y extensión. La flexión está limitada por las caras anteriores del antebrazo y el brazo cuando entran en contacto. La extensión se controla a través de la tensión del ligamento anterior y el músculo braquial. La flexión la realizan los músculos braquial, bíceps braquial, braquiorradial (supinador largo) y pronador redondo. Los músculos tríceps y ancóneo se encargan de la extensión.

Cabe señalar que el eje longitudinal del antebrazo extendido se encuentra en un ángulo con respecto al eje longitudinal del brazo. Este ángulo, que se abre lateralmente, se denomina **ángulo de carga**, y es de unos 170° en el hombre y de 167° en la mujer. El ángulo desaparece cuando la articulación del codo está completamente flexionada.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Braquial, tendón del bíceps, nervio mediano y arteria braquial.
- **Posteriormente.** Músculo tríceps, una pequeña bolsa.
- **Medialmente.** El nervio ulnar pasa posterior al epicóndilo medial y cruza el ligamento colateral medial de la articulación.
- **Lateralmente** Tendón del extensor común y músculo supinador.

Articulación radioulnar proximal

- **Articulación.** Se localiza entre la circunferencia de la cabeza del radio y el ligamento anular y la escotadura radial en la ulna ([fig. 3-78A](#); véase también [fig. 3-77](#)).
- **Tipo.** Trocoide (en pivote).
- **Cápsula.** Rodea la articulación y es continua con la articulación del codo.
- **Ligamento.** El **ligamento anular** se inserta en los bordes anterior y posterior de la escotadura radial en la ulna y forma un collar alrededor de la cabeza del radio (véase [fig. 3-78](#)). Es continuo superiormente con la cápsula de la articulación del codo. No se fija en el radio.
- **Membrana sinovial.** Es continua superiormente con la articulación del codo. Inferiormente, se inserta en el borde inferior de la cara articular del radio y en el borde inferior de la escotadura radial de la ulna.
- **Inervación.** Ramos de los nervios mediano, ulnar, musculocutáneo y radial.

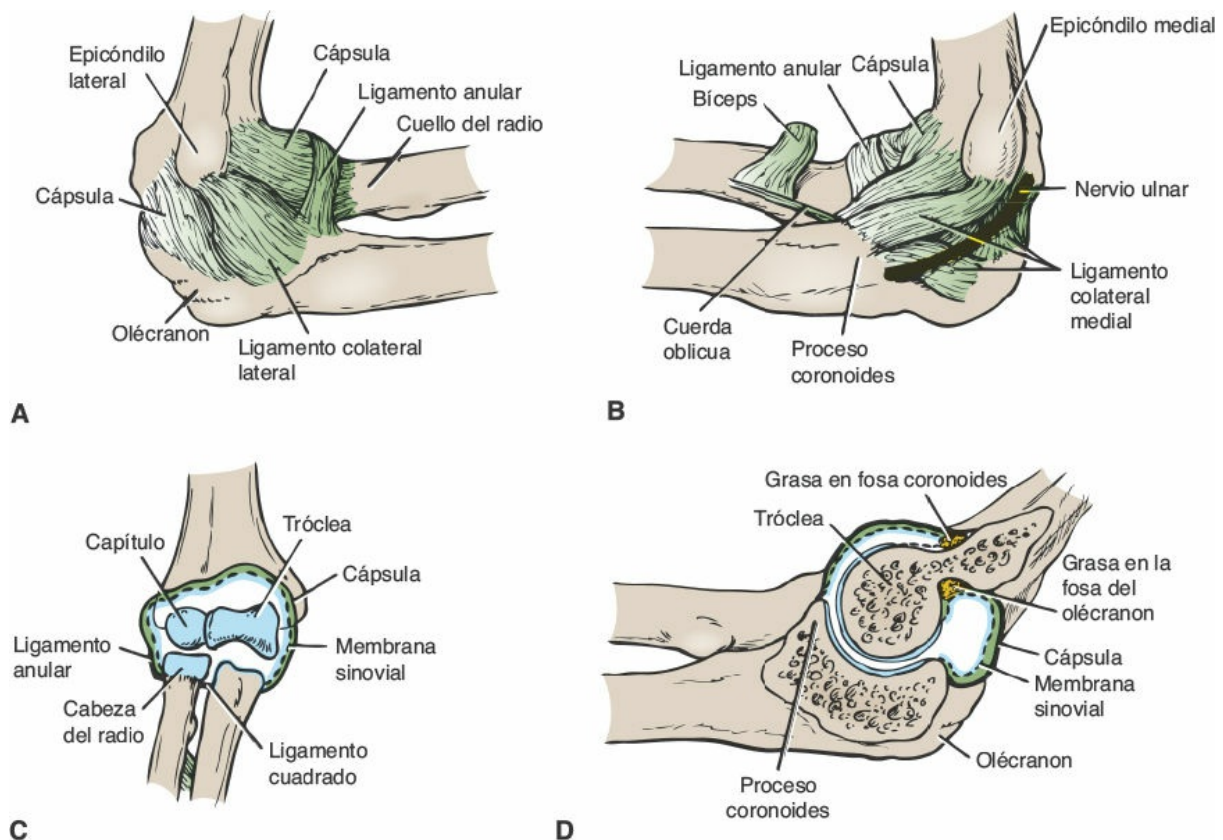


Figura 3-77 Articulación del codo derecho. **A.** Vista lateral. **B.** Vista medial. **C.** Vista anterior del interior de la articulación. **D.** Sección sagital.



Notas clínicas

Estabilidad de la articulación del codo

La articulación del codo es estable debido a la cara articular en forma de llave del olécranon y la tróclea en forma de polea del húmero; también posee resistentes ligamentos mediales y laterales. En el examen de la articulación del codo, el médico debe recordar las relaciones normales de los puntos óseos. Durante la extensión, los epicóndilos medial y lateral y la porción superior del olécranon están en línea recta; durante la flexión, los puntos óseos forman los límites de un triángulo equilátero.

Dislocación de la articulación del codo

Las dislocaciones del codo son frecuentes, y la mayoría son posteriores. La dislocación posterior suele producirse por una caída sobre la mano extendida. Son más habituales en los niños, porque las porciones de los huesos que estabilizan la articulación aún no se han desarrollado completamente. La avulsión de la epífisis del epicóndilo medial también es común en la infancia porque el ligamento medial es mucho más fuerte que la unión entre la epífisis y el cuerpo (diáfisis).

Artrodesis del codo

Las paredes anterior y posterior de la cápsula son débiles, por lo que la distensión de la articulación por la presencia de líquido inflama la porción posterior de la articulación. La aspiración del líquido de la articulación puede llevarse a cabo de forma relativamente sencilla a través de la cara posterior de la articulación en ambos lados del olécranon.

Daño del nervio ulnar con lesiones en la articulación del codo

La estrecha relación del nervio ulnar con la cara medial de la articulación del codo hace que este pueda dañarse debido a dislocaciones de la articulación o a las dislocaciones-fracturas en esta región. La lesión nerviosa puede producirse en el momento de la lesión o semanas, meses o años después. El nervio puede participar en la formación de tejido cicatricial o puede estirarse debido a la desviación lateral del antebrazo en una fractura supracondílea del húmero mal reducida. Durante los movimientos de la articulación del codo, la fricción continua entre el epicóndilo medial y el nervio ulnar estirado culmina en una parálisis ulnar.

Radiología de la región del codo después de una lesión

Al examinar las radiografías laterales de la región del codo, debe recordarse que el extremo inferior del húmero en general está angulado anteriormente 45° en el eje; al examinar a un paciente, el médico debe ver que el epicóndilo medial, en la posición anatómica, se dirige hacia el sector medial y posterior y mira hacia la misma dirección que la cabeza del húmero.

Movimientos

La articulación radioulnar proximal produce la pronación y la supinación del antebrazo (véase luego).

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** El músculo supinador y el nervio radial.
- **Posteriormente.** El músculo supinador y el tendón del extensor común.

Membrana interósea

La membrana interósea es un resistente ligamento que se inserta en el borde interóseo del radio y la ulna y conecta los cuerpos de estos huesos (véanse figs. 3-7 y 3-30). Sus fibras se extienden oblicua e inferomedialmente y resisten el desplazamiento proximal del radio, de modo que una fuerza aplicada al extremo inferior del radio (p. ej., al caer sobre la mano extendida) se transmite del radio a la ulna y desde allí al húmero y la escápula. Sus fibras están tensas cuando el antebrazo está en posición de semipronación, es decir, la posición funcional. La membrana interósea también permite la inserción a los músculos adyacentes.

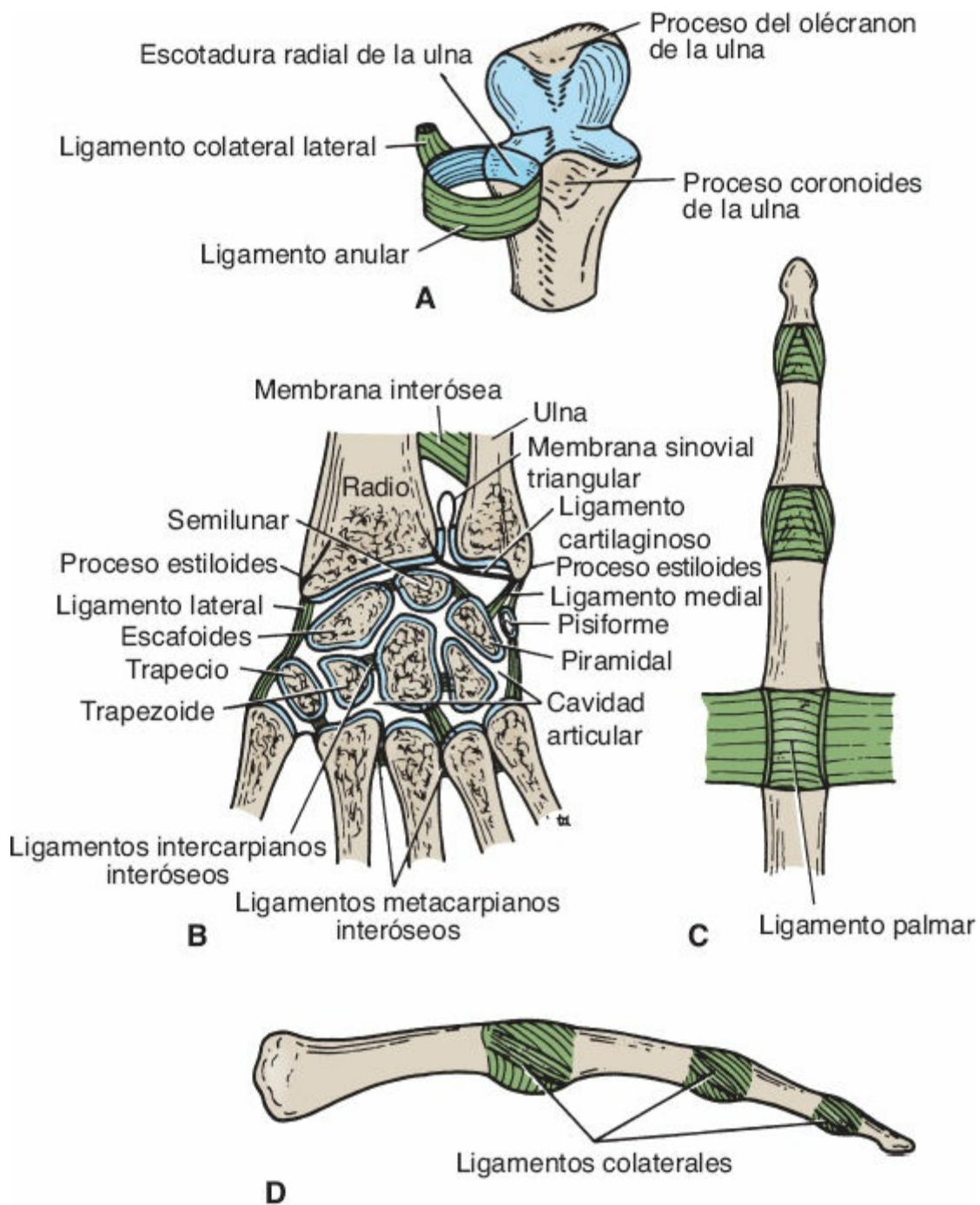


Figura 3-78 Ligamentos de las articulaciones radioulnares proximales y distales, articulación de la muñeca, articulaciones de la muñeca y articulaciones de los dedos. **A.** Vista anterior de la articulación radioulnar proximal. **B.** Vista anterior de las articulaciones radioulnares distales, radiocarpianas e intercarpianas. **C.** Vista anterior de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. **D.** Vista lateral de las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas.

Articulación radioulnar distal

- **Articulación.** Entre la cabeza esférica de la ulna y la escotadura ulnar en el radio (véase [fig. 3-78B](#)).
- **Tipo.** Trocoide (en pivote).
- **Cápsula.** Rodea la articulación pero es discontinua en su parte superior.
- **Ligamentos.** Los débiles **ligamentos anterior y posterior** fortalecen la

cápsula.

- **Disco articular.** Es triangular y se compone de fibrocartílago. Se inserta en su vértice en la cara lateral de la base del proceso estiloides de la ulna, y en su base en el borde inferior de la escotadura ulnar del radio ([fig. 3-79](#); véase también [fig. 3-78B](#)). Engloba la articulación radioulnar distal de la muñeca y conecta fuertemente el radio a la ulna.
- **Membrana sinovial.** Recubre la cápsula que pasa desde el borde de una cara articular a la de la otra.
- **Inervación.** Nervio interóseo anterior y ramo profundo del nervio radial.

Movimientos

Los movimientos de pronación y supinación del antebrazo implican un movimiento rotatorio alrededor de un eje vertical en las articulaciones radioulnares proximal y distal. El eje pasa a través de la cabeza del radio superiormente y la unión del vértice del disco articular triangular inferiormente.

En el movimiento de pronación, la cabeza del radio rota dentro del ligamento anular, mientras que el extremo distal del radio con la mano se mueve anteriormente, y la escotadura ulnar del radio se mueve alrededor de la circunferencia de la cabeza de la ulna ([fig. 3-80B,C](#)). Además, el extremo distal de la ulna se mueve lateralmente para que la mano permanezca en línea con el miembro superior y no se desplace medialmente. Este movimiento de la ulna es importante cuando se usa un instrumento como un destornillador, porque evita el movimiento de lado a lado de la mano durante los movimientos repetitivos de supinación y pronación.

En el movimiento de pronación, la mano rota medialmente de tal manera que la palma de la mano mira hacia atrás y el pulgar queda en la cara medial. El movimiento de la supinación es una inversión de este proceso, de modo que la mano vuelve a la posición anatómica y la palma mira al frente.

Los músculos encargados de la pronación son el pronador redondo y el pronador cuadrado. Los músculos bíceps braquial y supinador realizan la supinación (véase [fig. 3-80A,C](#)). La supinación es el más poderoso de los dos movimientos debido a la fuerza del músculo bíceps. Por ello, el funcionamiento de los tornillos y los sacacorchos está concebido de manera que ambos deban empujarse hacia adentro con un movimiento de supinación.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Tendones del flexor profundo de los dedos.
- **Posteriormente.** Tendón del extensor del meñique.

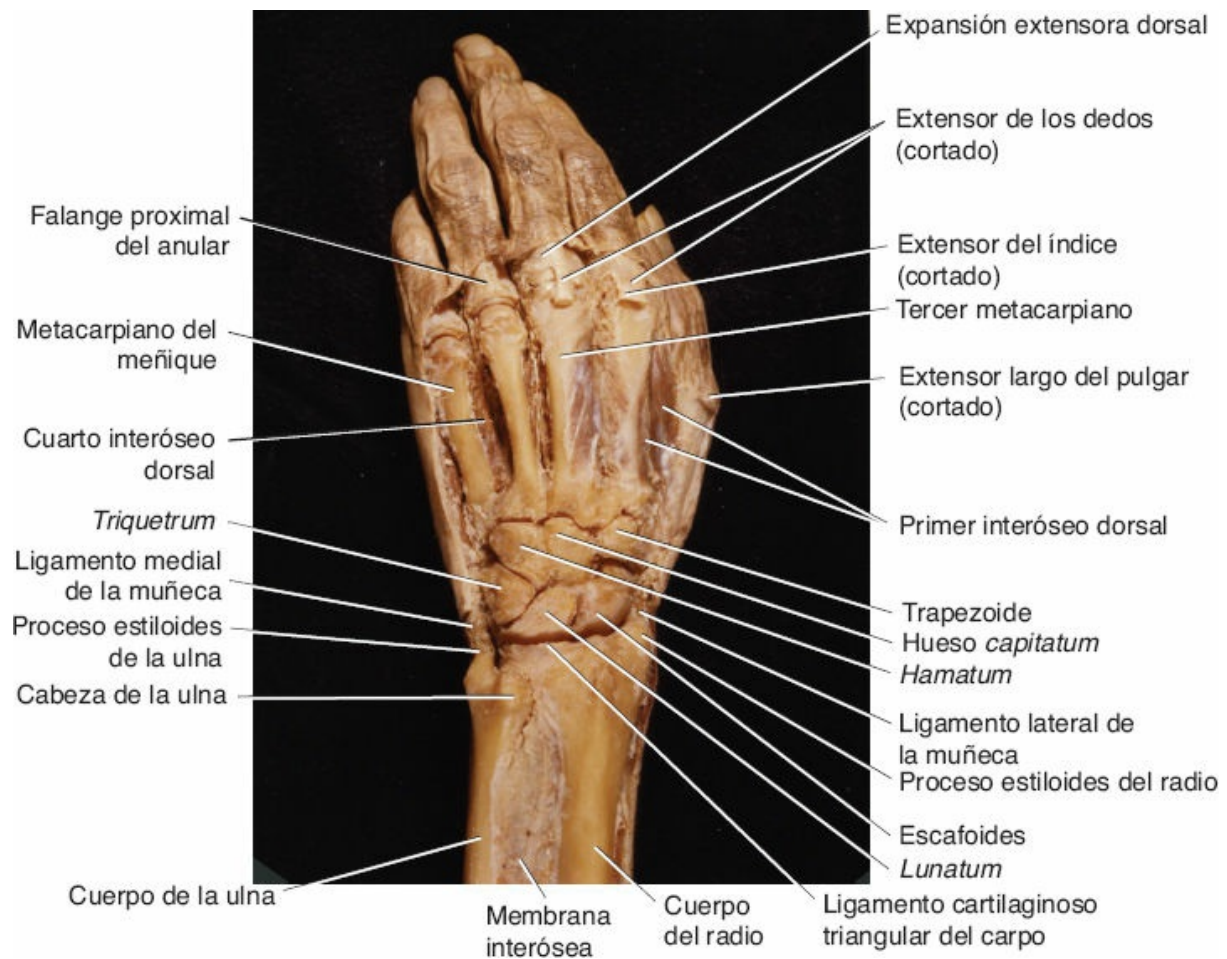


Figura 3-79 Disección de la cara dorsal de la mano izquierda y el extremo distal del antebrazo. Obsérvense los huesos del carpo y las articulaciones intercarpianas; también la articulación de la muñeca (radiocarpiana).

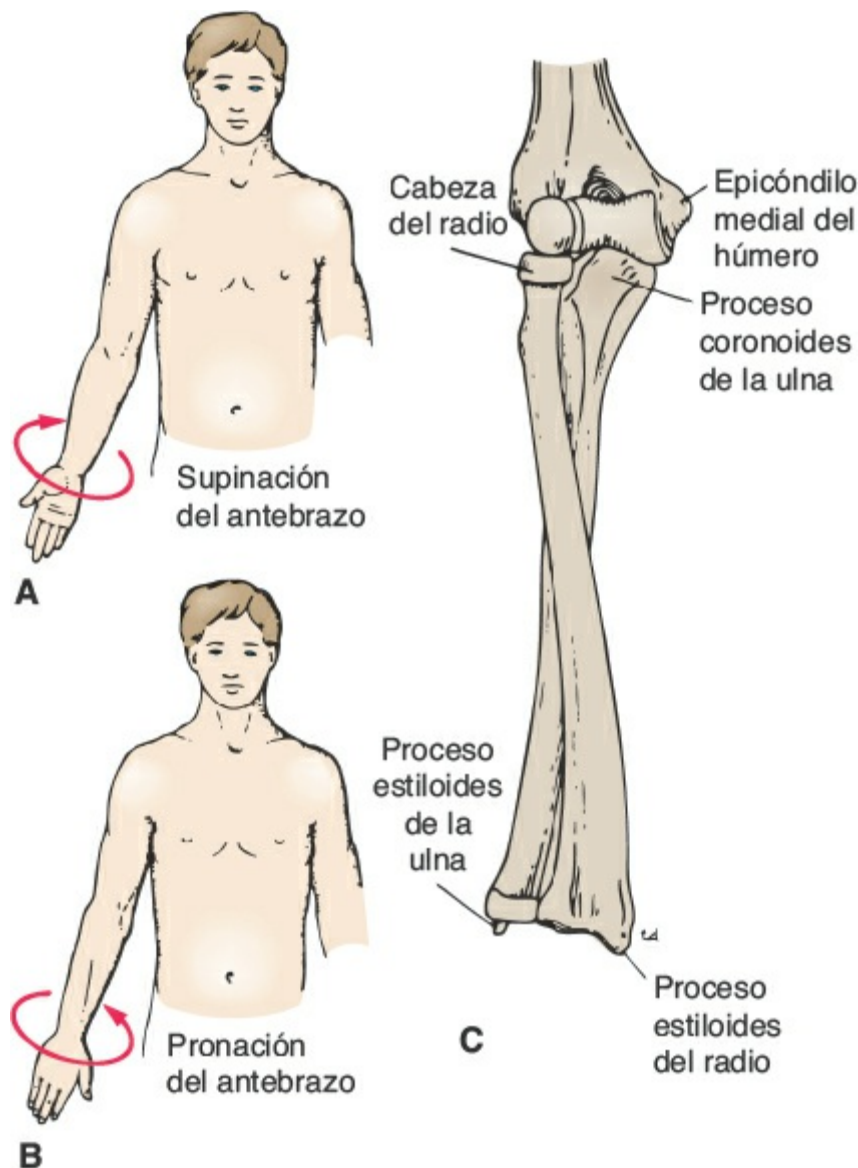


Figura 3-80 Movimientos de supinación (A) y pronación (B) del antebrazo que tienen lugar en las articulaciones radioulnares proximal y distal. C. Posiciones relativas del radio y la ulna cuando el antebrazo está en pronación completa.



Notas clínicas

Enfermedad de la articulación radioulnar

La articulación radioulnar proximal se comunica con la del codo, mientras que la articulación radioulnar distal no se comunica con la de la muñeca. En términos prácticos, esto significa que la infección de la articulación del codo afecta invariablemente a la articulación radioulnar proximal. La fuerza de la articulación radioulnar proximal depende de la integridad del poderoso ligamento anular. La rotura de este ligamento se produce en casos de luxación anterior de la cabeza del radio en el *capitulum* del húmero. En los niños pequeños, en los que la cabeza del radio aún es pequeña y está poco desarrollada, una sacudida repentina del brazo puede empujar la cabeza radial hacia abajo a través del ligamento anular. La alteración se denomina *subluxación transitoria de la cabeza del radio*, o “codo de niña”.

Articulación de la muñeca (radiocarpiana)

- **Articulación.** Se ubica entre el extremo distal del radio y el disco articular anterior y los huesos escafoides, *lunatum* y *triquetrum* (véanse figs. 3-78B y 3-79). La superficie articular proximal forma una superficie cóncava elipsoidea, que se adapta a la superficie convexa elipsoidea distal.
- **Tipo.** Articulación sinovial elipsoidea.
- **Cápsula.** Rodea la articulación y se inserta superiormente en los extremos distales del radio y la ulna e inferiormente en la fila proximal de huesos del carpo.
- **Ligamentos.** Los **ligamentos anterior** y **posterior** fortalecen la cápsula. El **ligamento medial** se fija al proceso estiloides de la ulna y el hueso *triquetrum*. El **ligamento lateral** se inserta en el proceso estiloides del radio y en el hueso escafoides (véanse figs. 3-78B y 3-79).
- **Membrana sinovial.** Cubre la cápsula y se inserta en los bordes de las caras articulares. La cavidad articular no se comunica con la articulación radioulnar distal o con las cavidades articulares de las articulaciones intercarpianas.
- **Inervación.** Nervio interóseo anterior y ramo profundo del nervio radial.

Movimientos

Son posibles los siguientes movimientos: flexión, extensión, abducción, aducción y circunducción. La rotación no es posible debido a la forma elipsoidea de las caras articulares. Los movimientos de pronación y supinación del antebrazo compensan la ausencia de rotación.

La **flexión** se realiza a través del flexor radial de la muñeca, el flexor ulnar de la muñeca y el palmar largo. Estos músculos son asistidos por el flexor superficial de los dedos, el flexor profundo de los dedos y el flexor largo del pulgar.

La **extensión** se realiza a través del extensor radial largo de la muñeca, el extensor radial corto de la muñeca y el extensor ulnar de la muñeca. Estos músculos son asistidos por el extensor de los dedos, el extensor del índice, el extensor del meñique y el extensor largo del pulgar.

La **abducción** se realiza a través del flexor radial de la muñeca y los extensores radiales largo y corto de la muñeca. Estos músculos son asistidos por el abductor largo del pulgar y los extensores largo y corto del pulgar.

La **aducción** se lleva a cabo por el flexor y el extensor ulnar de la muñeca.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Tendones de los flexores superficial y profundo de los dedos, flexor largo del pulgar, flexor radial de la muñeca, flexor ulnar de la muñeca y nervios mediano y ulnar.
- **Posteriormente.** Tendones del extensor ulnar de la muñeca, extensor del meñique, extensor de los dedos, extensor del índice, extensores radiales largo y corto de la muñeca y abductor largo del pulgar.
- **Medialmente.** Ramo cutáneo posterior del nervio ulnar.

- **Lateralmente.** Arteria radial.



Notas clínicas

Lesiones de la articulación de la muñeca

La articulación de la muñeca es esencialmente una articulación sinovial entre el extremo distal del radio y la fila proximal de huesos del carpo. La cabeza de la ulna está separada de los huesos del carpo por el resistente ligamento fibrocartilaginoso triangular, que separa la articulación de la muñeca de la articulación radioulnar distal. Los fuertes ligamentos mediales y laterales estabilizan la articulación.

Dado que el proceso estiloides del radio es más largo que el de la ulna, la abducción de la articulación de la muñeca es menos amplia que la aducción. En los movimientos de flexión-extensión, la mano puede flexionarse unos 80° pero extenderse solo hasta unos 45°. El movimiento en la articulación mediocarpiana aumenta la amplitud de la flexión.

Una caída sobre la mano extendida puede tensionar el ligamento anterior de la articulación de la muñeca, produciendo derrame sinovial, dolor articular y limitación del movimiento. Estos síntomas y signos no deben confundirse con los producidos por una fractura del escafoides o una dislocación del hueso *lunatum*, que son similares.

Caída sobre la mano extendida

En las caídas sobre la mano extendida, las fuerzas se transmiten desde el escafoides hasta el extremo distal del radio; desde el radio, a través de la membrana interósea, hasta la ulna; y desde la ulna hasta el húmero; desde allí, hasta el ligamento coracoclavicular y la clavícula a través de la fosa glenoidea de la escápula; y finalmente, al esternón. Si las fuerzas son excesivas, diferentes partes del miembro superior ceden bajo la tensión. El área afectada parece estar relacionada con la edad. En un niño pequeño, por ejemplo, puede haber un desplazamiento posterior de la epífisis radial distal; en un adolescente, puede fracturarse la clavícula; en el adulto joven, suele fracturarse el escafoides; y en los adultos mayores, el extremo distal del radio se fractura a unos 2,5 cm proximales a la articulación de la muñeca (fractura de Colles) (véase [fig. 3-8A](#)).

Articulaciones de la mano y los dedos

Cinco conjuntos de articulaciones sinoviales comprenden la mano y los dedos: articulaciones intercarpianas, carpometacarpianas, intermetacarpianas, metacarpofalángicas e interfalángicas.

Articulaciones intercarpianas

- **Articulación.** Entre los huesos de la fila proximal de la muñeca; entre los huesos de la fila distal de la muñeca; y, por último, la articulación mediocarpiana, entre las filas proximal y distal de los huesos del carpo (véanse [figs. 3-78B](#) y [3-79](#)).
- **Tipo.** Artrodia (sinovial plana).
- **Cápsula.** Rodea cada articulación.
- **Ligamentos.** Los fuertes ligamentos **anterior**, **posterior** e **interóseos** unen los huesos.
- **Membrana sinovial.** Cubre la cápsula y se inserta en los bordes de las caras articulares. La cavidad articular de la articulación mediocarpiana se extiende no solo entre las dos filas de huesos del carpo, sino también proximalmente

entre los huesos que forman la fila proximal y distalmente entre los huesos de la fila distal.

- **Inervación.** Nervio interóseo anterior, ramo profundo del nervio radial y ramo profundo del nervio ulnar.

Movimientos

Solo es posible un pequeño movimiento de deslizamiento.

Articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas

Las articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas son articulaciones sinoviales planas (artrodias) con **ligamentos anterior, posterior e interóseos**. Tienen una cavidad articular común. Solo es posible pequeño movimiento de deslizamiento (véanse figs. 3-78B y 3-79).

Articulación carpometacarpiana del pulgar

- **Articulación.** Se ubica entre el trapecio y la base en silla de montar del primer hueso metacarpiano (véase fig. 3-78B).
- **Tipo.** Articulación sinovial en silla de montar.
- **Cápsula.** Rodea la articulación.
- **Membrana sinovial.** Cubre la cápsula y forma una cavidad articular separada.

Movimientos

Se pueden realizar los siguientes movimientos:

- **Flexión.** Flexor corto del pulgar y el oponente del pulgar.
- **Extensión.** Extensores corto y largo del pulgar.
- **Abducción.** Abductores largo y corto del pulgar.
- **Aducción.** Aductor del pulgar.
- **Rotación (oposición).** El pulgar es rotado medialmente por el oponente del pulgar.

Articulación metacarpofalángica

- **Articulación.** Se ubica entre las cabezas de los huesos metacarpianos y las bases de las falanges proximales (véase fig. 3-78C,D).
- **Tipo.** Articulación sinovial condílea.
- **Cápsula.** Rodea la articulación.
- **Ligamentos.** Los **ligamentos palmares** son resistentes y contienen algo de fibrocartílagos. Están firmemente insertados en la falange, pero menos al hueso metacarpiano. Los ligamentos palmares de las articulaciones segunda, tercera, cuarta y quinta están unidos por los **ligamentos metacarpianos transversos profundos**, que mantienen unidas las cabezas de los huesos metacarpianos. Los **ligamentos colaterales** son bandas similares a un cordón presentes en cada lado de las articulaciones. Cada una de ellas discurre inferoanteriormente desde la cabeza del hueso metacarpiano hasta la base de la falange. Los

ligamentos colaterales están tensos cuando la articulación está en flexión y laxos cuando la articulación está en extensión (véase [fig. 3-78D](#)).

- **Membrana sinovial.** Cubre la cápsula y se inserta en los bordes de las caras articulares.

Movimientos

Pueden realizarse los siguientes movimientos:

- **Flexión.** Lumbricales e interóseos, asistidos por los flexores superficial y profundo de los dedos.
- **Extensión.** Extensor de los dedos, extensor del índice y extensor del meñique.
- **Abducción.** Movimiento de alejamiento de la línea media del tercer dedo realizado por los interóseos dorsales.
- **Aducción.** El movimiento hacia la línea media del tercer dedo lo realizan los interóseos palmares. En el caso de la articulación metacarpofalángica del pulgar, la flexión la realizan los flexores corto y largo del pulgar, y la extensión la llevan a cabo los extensores corto y largo del pulgar. Los movimientos de abducción y aducción se realizan en la articulación carpometacarpiana.

Articulaciones interfalángicas

Las articulaciones interfalángicas son articulaciones sinoviales con una estructura similar a la de las metacarpofalángicas (véase [fig. 3-78C,D](#)).

La mano como unidad funcional

El miembro superior es una palanca multiarticulada que puede moverse libremente sobre el tronco en la articulación del hombro. En el extremo distal del miembro superior se halla el importante órgano prensil, la mano. Gran parte de la relevancia de la mano se basa en la acción de pinza del pulgar, que permite agarrar objetos entre el pulgar y el índice. La extrema movilidad del primer hueso metacarpiano hace que la función del pulgar sea tan relevante como la del resto de los dedos juntos.

Para una comprensión completa de la importancia de la posición y los movimientos de la mano descritos en esta sección, observe de cerca los movimientos de su propia mano.

Posición de la mano

Para que la mano pueda realizar movimientos finos (p. ej., los que se usan para sostener pequeños instrumentos en la reparación de relojes), el antebrazo se coloca en la posición de semipronación y la articulación de la muñeca está parcialmente extendida. Obsérvese que los huesos del antebrazo son más estables en la posición de semipronación, cuando la membrana interósea está tensa. En otras posiciones de los huesos del antebrazo, la membrana interósea está laxa. Con la muñeca parcialmente extendida, los tendones del flexor y el

extensor largos de los dedos trabajan en su condición mecánica óptima. Al mismo tiempo, los flexores y extensores de la muñeca pueden ejercer una acción de fijación equilibrada en la articulación de la muñeca, asegurando una base estable para los movimientos de los dedos.

La **posición de reposo** es la postura adoptada por la mano cuando los dedos están en reposo y la mano está relajada ([fig. 3-81A](#)). El antebrazo está en posición de semipronación; la articulación de la muñeca está ligeramente extendida; los dedos segundo, tercero, cuarto y quinto están parcialmente flexionados, aunque el dedo índice no está tan flexionado como los otros dedos; y el plano de la uña del pulgar se encuentra en ángulo recto en relación con el plano de las otras uñas.

La **posición funcional** es la posición adoptada por la mano cuando está a punto de agarrar un objeto entre el pulgar y el índice (*véase* [fig. 3-81A](#)). El antebrazo está en posición de semipronación, la articulación de la muñeca está parcialmente extendida (más que en la posición de reposo), y los dedos están parcialmente flexionados; el dedo índice se flexiona tanto como los otros. El hueso metacarpiano del pulgar rota de tal manera que el plano de la uña queda paralelo con la del dedo índice, y los pulpejos del pulgar y el dedo índice entran en contacto.

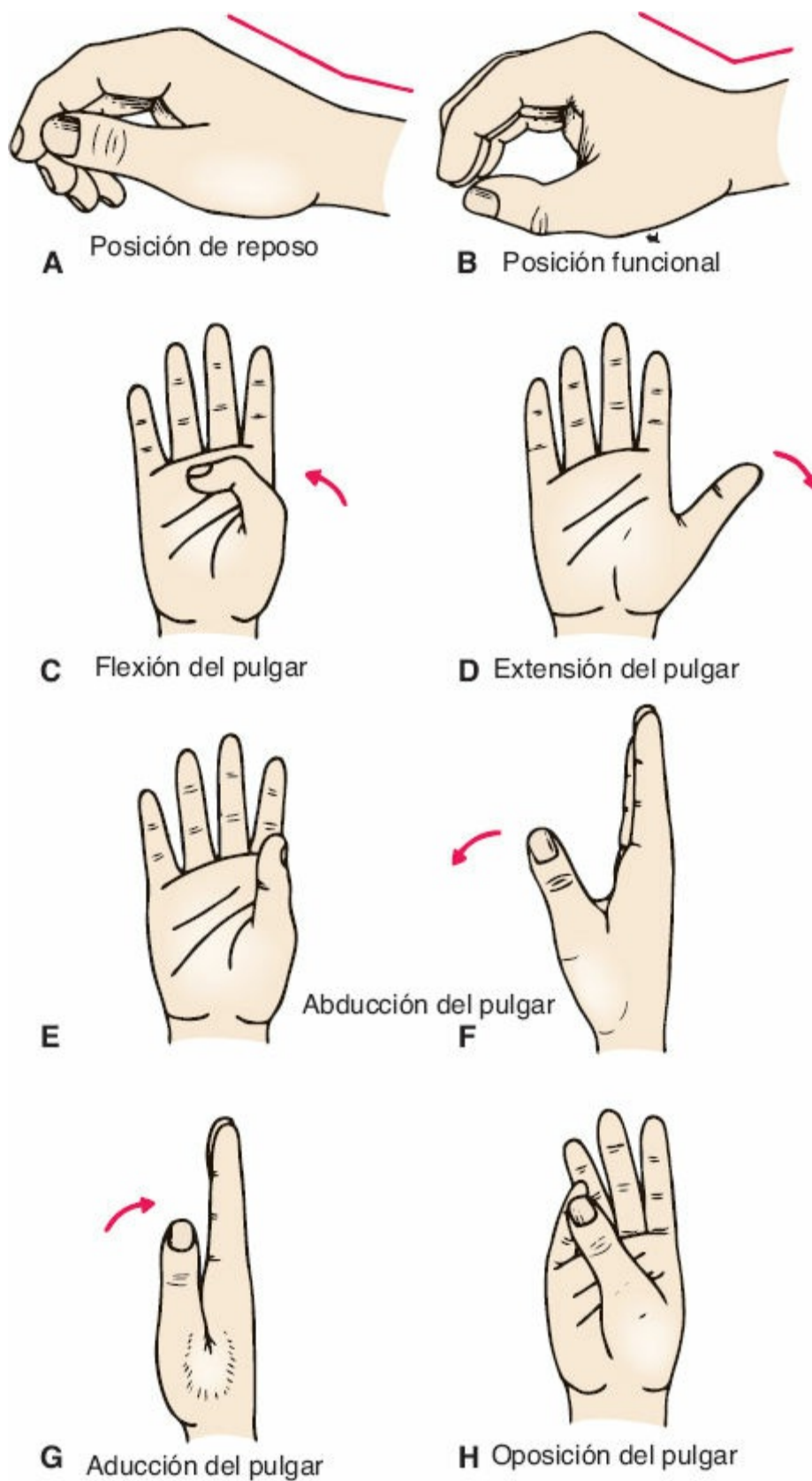


Figura 3-81 Varias posiciones de la mano y movimientos del pulgar. **A,B.** Vistas laterales que muestran la mano en posiciones de reposo (**A**) y funcional (**B**). **C-H.** Vistas anteriores que muestran movimientos del pulgar.

Los siguientes movimientos se describen con la mano en la posición

anatómica.

Movimientos del pulgar

La **flexión** es el movimiento del pulgar a través de la palma de la mano de tal modo que se mantenga el plano de la uña en ángulo recto en relación con el plano de las otras uñas (véase [fig. 3-81B](#)). El movimiento tiene lugar entre el trapecio y el primer metacarpiano, en las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. Los músculos que producen el movimiento son los flexores largo y corto del pulgar y el oponente del pulgar.

La **extensión** es el movimiento de alejamiento del pulgar con respecto a la palma en un plano lateral o coronal, de tal modo que se mantenga el plano de la uña en ángulo recto en relación con el plano de las otras uñas ([fig. 3-82A](#); véase también [fig. 3-81B](#)). El movimiento tiene lugar entre el trapecio y el primer metacarpiano, en las articulaciones metacarpofalángicas e interfalángicas. Los músculos que producen el movimiento son los extensores largo y corto del pulgar.

La **abducción** es el movimiento de alejamiento del pulgar con respecto a la palma en un plano anteroposterior, y el plano de la uña del pulgar se mantiene en ángulo recto en relación con el plano de las otras uñas ([fig. 3-83A](#); véase también [fig. 3-81C](#)). El movimiento se produce principalmente entre el trapecio y el primer hueso metacarpiano; hay un poco de movimiento en la articulación metacarpofalángica. Los músculos que producen el movimiento son los abductores largo y corto del pulgar.

La **aducción** es el movimiento en un plano lateral o coronal del pulgar hacia la palma, en el que se mantiene el plano de la uña en ángulo recto en relación con el plano de las otras uñas (véanse [figs. 3-81D](#) y [3-83B](#)). El movimiento tiene lugar entre el trapecio y el primer metacarpiano. El músculo que produce el movimiento es el aductor del pulgar.

La **oposición** es el movimiento del pulgar sobre la palma de la mano a través del cual la cara anterior de la punta del pulgar entra en contacto con la cara anterior de la punta de cualquiera de los otros dedos (véanse [figs. 3-81D](#) y [3-82C](#)). El movimiento se logra a través de la rotación medial del primer hueso metacarpiano y las falanges unidas al trapecio. El plano de la uña del pulgar pasa a ser paralelo al plano de la uña del dedo opuesto. El músculo que produce el movimiento es el oponente del pulgar.

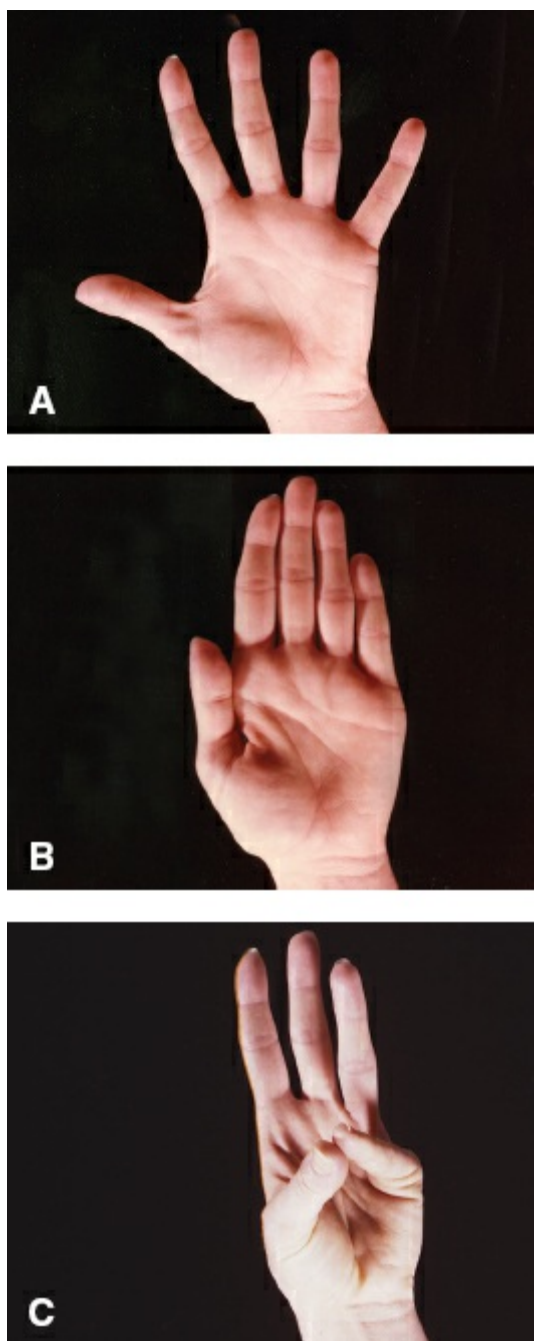


Figura 3-82 Mano izquierda con los dedos abducidos y el pulgar extendido (A), con los dedos aducidos y el pulgar aducido (B), y con el pulgar en la posición de oposición (C).

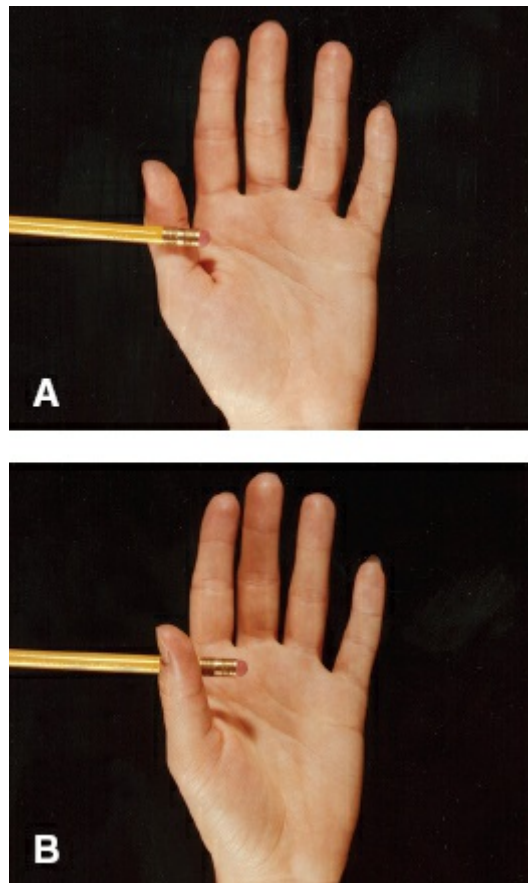


Figura 3-83 Mano izquierda con el pulgar a punto de alejar el lápiz de la palma para ilustrar la abducción (A) y con el pulgar a punto de mover el lápiz en la dirección de la palma para mostrar la aducción (B).

Movimientos de los dedos índice, medio, anular y meñique

La **flexión** es el movimiento anterior del dedo en un plano anteroposterior. El movimiento tiene lugar en las articulaciones interfalángicas y metacarpofalángicas. La falange distal es flexionada por el flexor profundo de los dedos, la falange media por el flexor superficial de los dedos y la falange proximal por los lumbricales y el interóseo.

La **extensión** es el movimiento posterior del dedo en un plano anteroposterior. Los movimientos tienen lugar en las articulaciones interfalángicas y metacarpofalángicas. Los lumbricales e interóseos extienden la falange distal, los lumbricales e interóseos también extienden la falange media, y el extensor de los dedos (además del extensor del índice para el segundo dedo y el extensor del meñique para el quinto) extiende la falange proximal.

La **abducción** es el movimiento de los dedos (incluido el dedo medio) que se aleja de la línea media imaginaria del dedo medio (véanse figs. 3-48 y 3-82A). El movimiento tiene lugar en la articulación metacarpofalángica. Los músculos que producen el movimiento son los interóseos dorsales; el abductor del meñique abduce este dedo.

La **aducción** es el movimiento de los dedos hacia la línea media imaginaria del dedo medio (véase fig. 3-82B). El movimiento tiene lugar en la articulación metacarpofalángica. Los músculos que producen el movimiento son los

interóseos palmares.

La abducción y la aducción de los dedos solo son posibles en la posición extendida. Con el dedo en posición flexionada, la cara articular de la base de la falange proximal está en contacto con la cara anterior aplanada de la cabeza del metacarpiano. Los dos huesos se mantienen en contacto cercano gracias a los ligamentos colaterales, que están tensos en esta posición. En la posición extendida de la articulación metacarpofalángica, la base de la falange está en contacto con la parte redondeada de la cabeza metacarpiana, y los ligamentos colaterales están laxos.

Ahuecamiento de la mano

En la posición de ahuecamiento, la palma de la mano se forma en una concavidad profunda. Para ello, el pulgar se abduce y se coloca en una posición parcialmente opuesta, y también está ligeramente flexionado. Asimismo, la eminencia tenar se desplaza hacia adelante.

Los huesos metacarpianos cuarto y quinto se flexionan y rotan ligeramente en las articulaciones carpometacarpianas, lo cual, a su vez, desplaza la eminencia hipotenar hacia adelante. El músculo palmar breve se contrae y tira de la piel de la eminencia hipotenar medialmente; también arruga la piel, lo que mejora la capacidad de agarre de la palma.

Los dedos índice, medio, anular y meñique están parcialmente flexionados; también rotan ligeramente en las articulaciones metacarpofalángicas para aumentar la concavidad general de la mano ahuecada.

Puño

La posición de puño se logra flexionando las articulaciones metacarpofalángicas y las articulaciones interfalángicas de los dedos y el pulgar. Se realiza a través de la contracción de los músculos flexores largos de los dedos y el pulgar. Para que este movimiento se produzca de forma eficiente, debe producirse la contracción sinérgica de los extensores radiales largo y corto de la muñeca y el extensor ulnar de la muñeca, para así extender la articulación de la muñeca (tratar de cerrar con fuerza el puño con la articulación de la muñeca flexionada es muy difícil).



Notas clínicas

Enfermedades de las manos y preservación de la función

Desde el punto de vista clínico, la mano es uno de los órganos más relevantes del cuerpo. Sin una mano que funcione con normalidad, la capacidad de agarrar objetos se ve gravemente comprometida (coloque una de sus manos en un bolsillo durante 24 h; le sorprenderá la cantidad de veces que le hubiera gustado usarla).

Desde el punto de vista puramente mecánico, la mano es un mecanismo en forma de pinza que se localiza entre el pulgar y los dedos, ubicada al final de una palanca de múltiples puntos. La parte más importante de la mano es el

pulgar, y preservar el pulgar, o la mayor parte posible, es responsabilidad del médico, de modo que se pueda mantener el mecanismo de pinza. La acción del pulgar, similar a una pinza, depende en gran medida de su singular capacidad de desplazarse a través de toda la palma en oposición a los otros dedos. Este movimiento solo, aunque relevante, es insuficiente para que el mecanismo funcione de manera eficaz. Las caras opuestas de la piel deben tener sensación táctil, y esto explica por qué la parálisis del nervio mediano es mucho más incapacitante que la del nervio ulnar.

Si se requiere inmovilizar la mano para tratar una enfermedad de cualquier parte del miembro superior, debe inmovilizarse (si es posible) en su posición funcional. Esto significa que, ante una pérdida de movimiento en la articulación de la muñeca, o en las articulaciones de la mano o los dedos, el paciente tendrá al menos una mano en una posición de ventaja mecánica y que pueda servir para un propósito útil.

Los médicos también deben recordar que cuando un dedo (excluyendo el pulgar) se flexiona normalmente hacia la palma, apunta al tubérculo del escafoides; los dedos que requieren inmovilización en flexión, en una férula o dentro de una escayola o yeso, por lo tanto, siempre deben colocarse en esta posición.

Siempre se debe hacer referencia a los dedos del paciente por su nombre: pulgar, índice, medio, anular y meñique. Hacer referencia a los dedos por número puede resultar confuso para los pacientes.



Notas embriológicas

Desarrollo del miembro superior

Los esbozos de los miembros aparecen durante la sexta semana de desarrollo como resultado de una proliferación localizada del mesénquima somatopleural. Esto hace que el ectodermo suprayacente protruya del tronco en forma de dos pares de paletas aplanadas ([fig. 3-84](#)). Los esbozos del brazo se desarrollan antes que los de la pierna y se localizan al nivel de los seis segmentos cervicales inferiores y los dos torácicos superiores. Los esbozos aplanados de los miembros tienen un borde preaxial cefálico y un borde postaxial caudal. A medida que los esbozos de los miembros se alargan, los ramos anteriores de los nervios espinales opuestos a las bases de dichos esbozos comienzan a crecer hacia los miembros. El mesénquima localizado a lo largo del borde preaxial se asocia e inerva con los cinco nervios cervicales inferiores, mientras que el mesénquima del borde postaxial se asocia con el octavo nervio cervical y el primer nervio torácico.

Más adelante, las masas mesenquimáticas se dividen en grupos anteriores y posteriores, y los troncos nerviosos que entran en la base de cada miembro también se dividen en divisiones anteriores y posteriores. El mesénquima dentro de los miembros se diferencia en músculos individuales que migran dentro de cada miembro. Como consecuencia de estos dos factores, los ramos anteriores de los nervios espinales se organizan en complejos plexos localizados cerca de la base de cada miembro para que se forme el plexo braquial.

Amelia

Puede haber una ausencia congénita de uno o más miembros (**amelia**) o también una ausencia parcial (**ectromelia**). Un miembro defectuoso puede tener una mano rudimentaria en el extremo, o también puede emerger una mano bien desarrollada del hombro, sin la porción intermedia del

miembro (**focomelia**) (fig. 3-85).

Ausencia congénita del radio

En ocasiones, el radio no se desarrolla y el crecimiento de la ulna empuja la mano lateralmente (fig. 3-86).

Sindactilia

La *sindactilia* es una fusión de los dedos. Suele ser bilateral y con frecuencia familiar (fig. 3-87). La reparación plástica de los dedos se realiza a los 5 años de edad. La “mano en pinza de langosta” es una forma de sindactilia que se asocia con una hendidura central que divide la mano en dos partes. Es un trastorno hereditario, por lo que se recomienda cirugía cuando esta es posible.

Braquidactilia

En la braquidactilia, una o más falanges están ausentes en varios dedos. Si el pulgar funciona con normalidad, no se recomienda la cirugía (fig. 3-88).

Pulgar flotante

El pulgar flotante aparece cuando el hueso metacarpiano del pulgar está ausente pero las falanges están presentes. La cirugía plástica está indicada siempre que sea posible para mejorar las capacidades funcionales de la mano (fig. 3-89).

Polidactilia

En la polidactilia, se desarrollan uno o más dedos adicionales. Tiende a aparecer en familias. Los dedos adicionales se extirpan quirúrgicamente.

Macroductilia (gigantismo local)

La macroductilia afecta a uno o más dedos; pueden ser de tamaño adulto al nacer, pero este suele disminuir con la edad (fig. 3-90). Puede requerirse una resección quirúrgica.

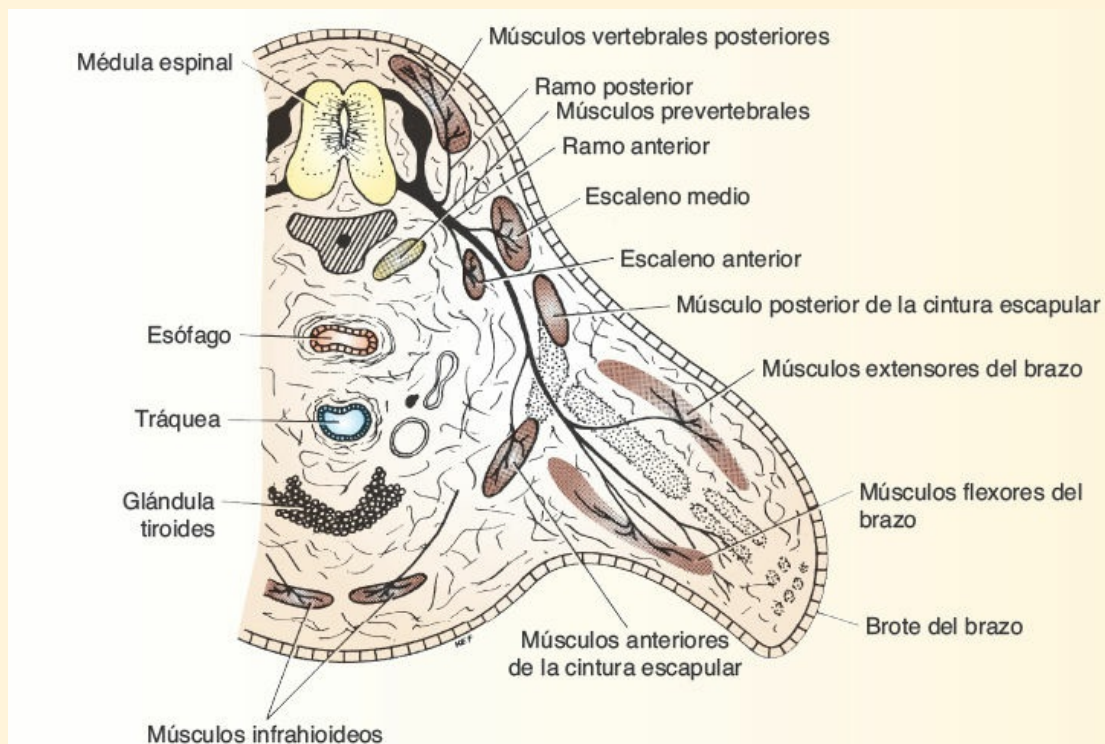


Figura 3-84 Sección a través de la región cervical inferior y la formación del esbozo del miembro superior. Obsérvese la presencia de los huesos y músculos en desarrollo del mesénquima.



Figura 3-85 Ectromelia (cortesía de: G. Avery).



Figura 3-86 Ausencia congénita del radio.



Figura 3-87 Sindactilia parcial (cortesía de: L. Thompson).



Figura 3-88 Braquidactilia por defectos de las falanges (cortesía de: L. Thompson).



Figura 3-89 Pulgar flotante. El hueso metacarpiano del pulgar está ausente, pero las falanges están presentes (cortesía de: R. Chase).



Figura 3-90 Macroductilia que afecta el pulgar y el índice (cortesía de: R. Neviaser).

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

Los estudios radiográficos convencionales (placas simples o rayos X) del miembro superior se enfocan principalmente en las estructuras óseas porque los músculos, los tendones y los nervios se funden en una masa homogénea. El aspecto típico de los rayos X del miembro superior se muestra en las figuras 3-91 a 3-98.

La resonancia magnética (RM) del miembro superior puede ser útil para

mostrar los tejidos blandos que rodean los huesos (fig. 3-99).

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Cara anterior del tórax

Las características incluidas aquí son principalmente las relacionadas con el miembro superior. En el capítulo 4 se incluye una lista más completa de las características de la anatomía de superficie.

Escotadura supraesternal

La escotadura supraesternal es el borde superior del manubrio esternal y se palpa fácilmente entre los extremos mediales prominentes de las clavículas en la línea media (figs. 3-100 y 3-101).

Clavícula

La clavícula se localiza en la raíz del cuello, toda su longitud se ubica inmediatamente inferior a la piel y es fácilmente palpable (fig. 3-102; véanse también figs. 3-100 y 3-101). Las posiciones de las articulaciones esternoclaviculares y acromioclaviculares pueden identificarse fácilmente. El extremo medial de la clavícula se proyecta por encima del margen del manubrio del esternón.

Triángulo deltopectoral (clavipectoral)

Esta pequeña depresión triangular se localiza inferior al tercio externo de la clavícula y está limitada por los músculos pectoral mayor y deltoides (véanse figs. 3-100 y 3-101).

Pliegues axilares

El **pliegue axilar anterior** está formado por el borde inferior del músculo pectoral mayor y puede palparse entre los dedos índice y pulgar (véanse figs. 3-100 a 3-102). Puede hacerse evidente solicitando al paciente que presione su mano contra la cadera ipsilateral. El **pliegue axilar posterior** está formado por el tendón del dorsal ancho cuando pasa alrededor del borde inferior del redondo mayor. Puede palparse fácilmente entre los dedos índice y pulgar (figs. 3-103 y 3-104).

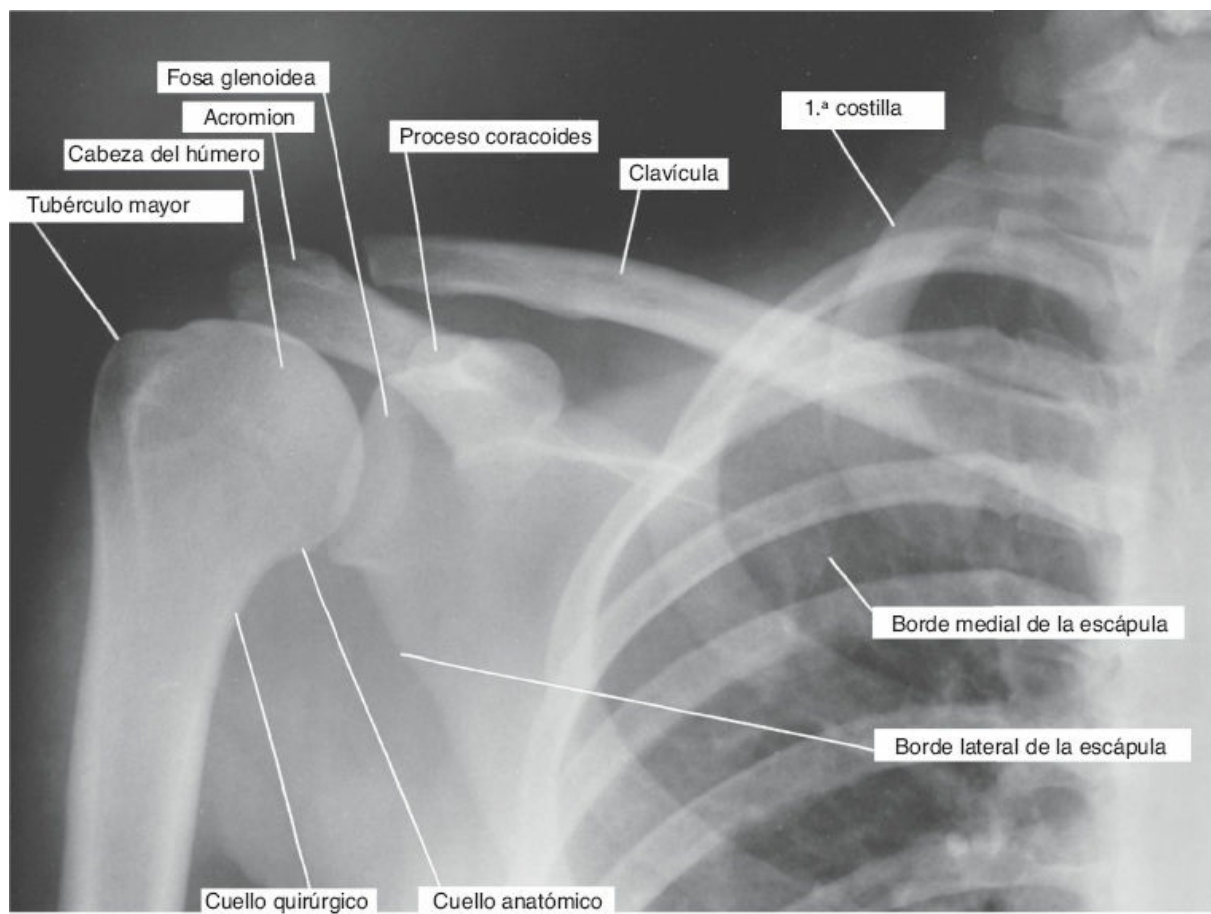


Figura 3-91 Radiografía anteroposterior de la región del hombro en el adulto.

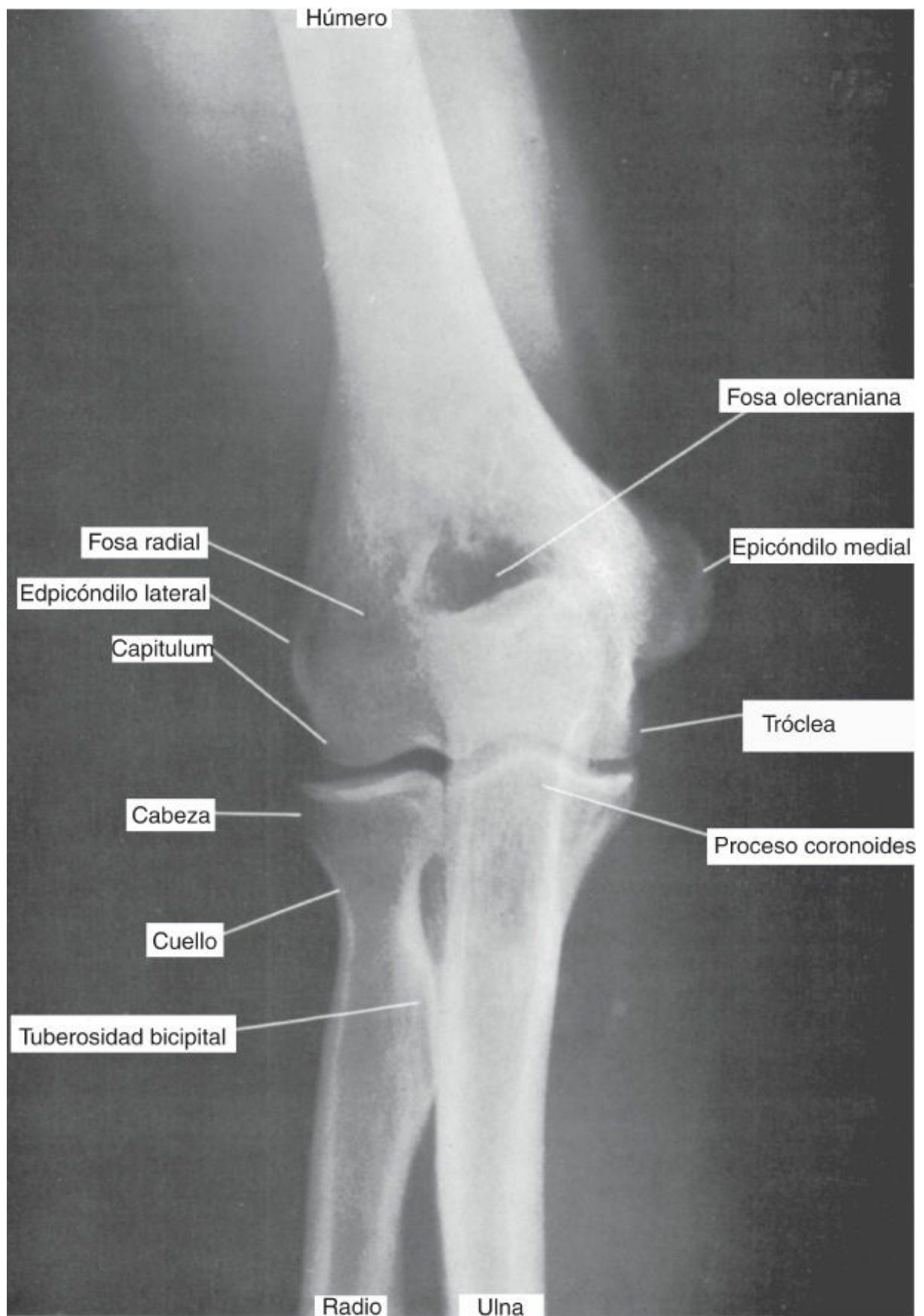


Figura 3-92 Radiografía anteroposterior de la región del codo en el adulto.

Axila

La axila debe examinarse con el antebrazo apoyado y los músculos pectorales relajados. Con el brazo al lado del cuerpo, la porción inferior de la cabeza del húmero puede palparse fácilmente a través del suelo de la axila. Las pulsaciones de la arteria axilar pueden notarse en la axila, y alrededor de la arteria pueden palparse los cordones del plexo braquial. Las costillas superiores, cubiertas por el músculo serrato anterior, forman la pared medial de la axila. En un sujeto musculoso se pueden ver y notar las estrías del **serrato anterior** (véase [fig. 3-101](#)). Los músculos coracobraquial y bíceps braquial más el surco intertubercular del húmero forman la pared lateral.



Figura 3-93 Radiografía lateral de la región del codo en el adulto.

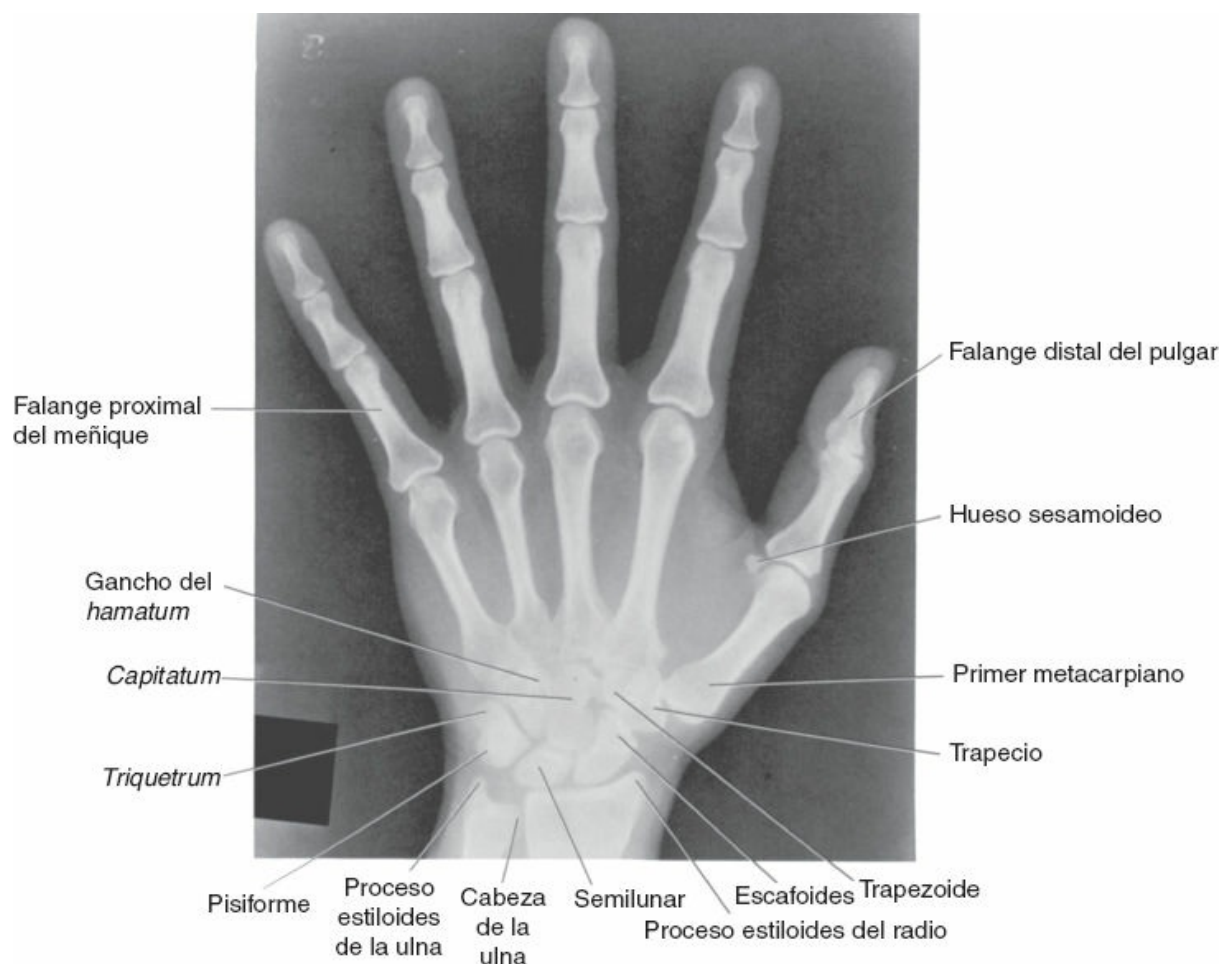


Figura 3-94 Radiografía posteroanterior de la muñeca y la mano de una persona adulta.

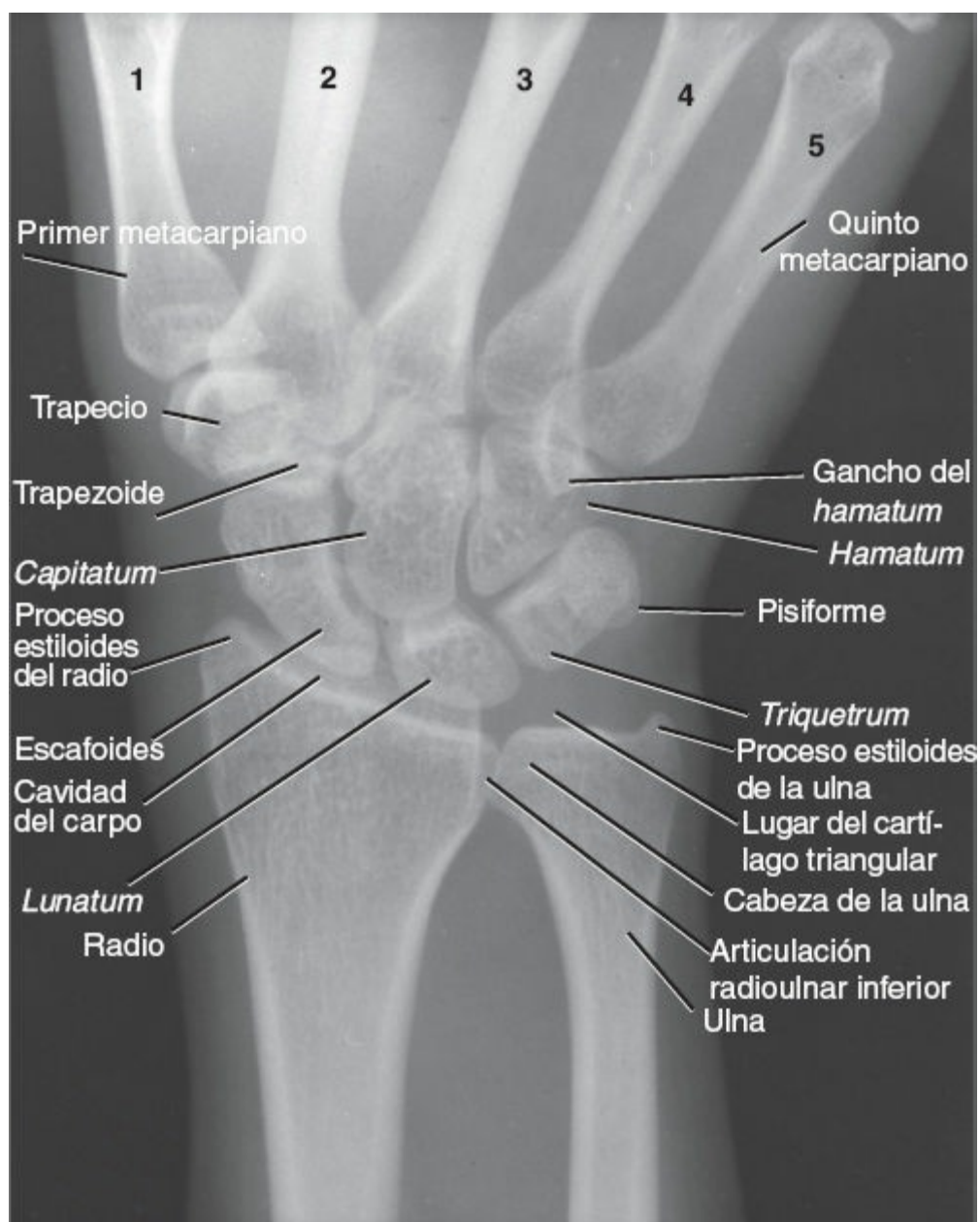


Figura 3-95 Radiografía posteroanterior de la muñeca con el antebrazo pronado.

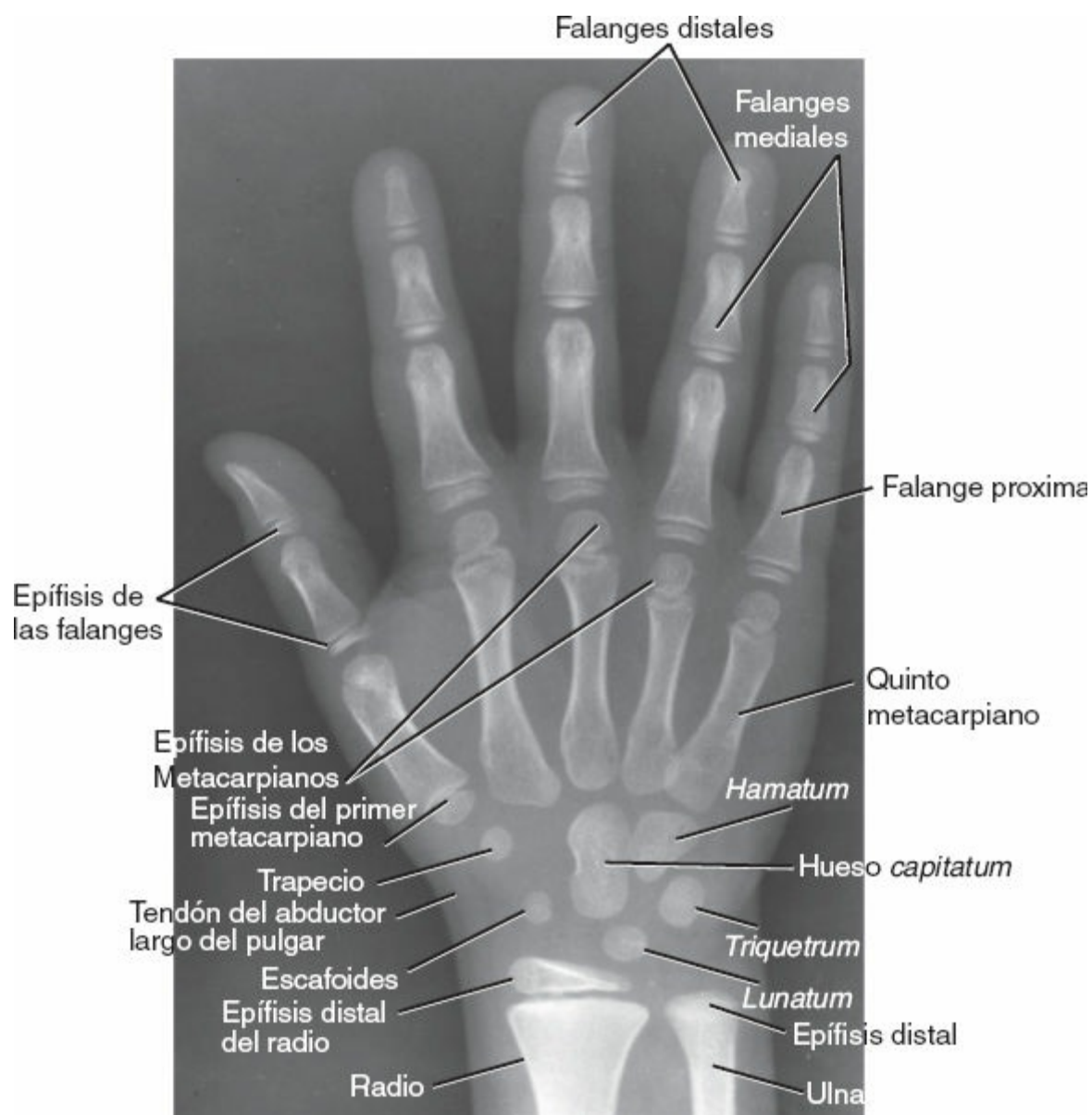


Figura 3-96 Radiografía posteroanterior de la muñeca y la mano de un niño de 8 años.

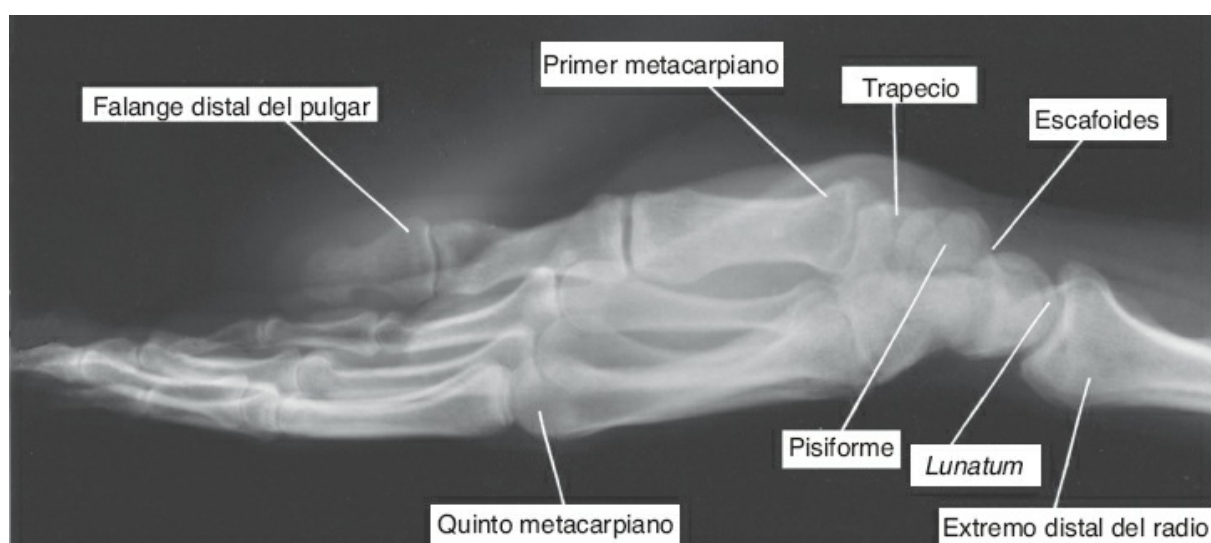


Figura 3-97 Radiografía lateral de la muñeca y la mano de una persona adulta.

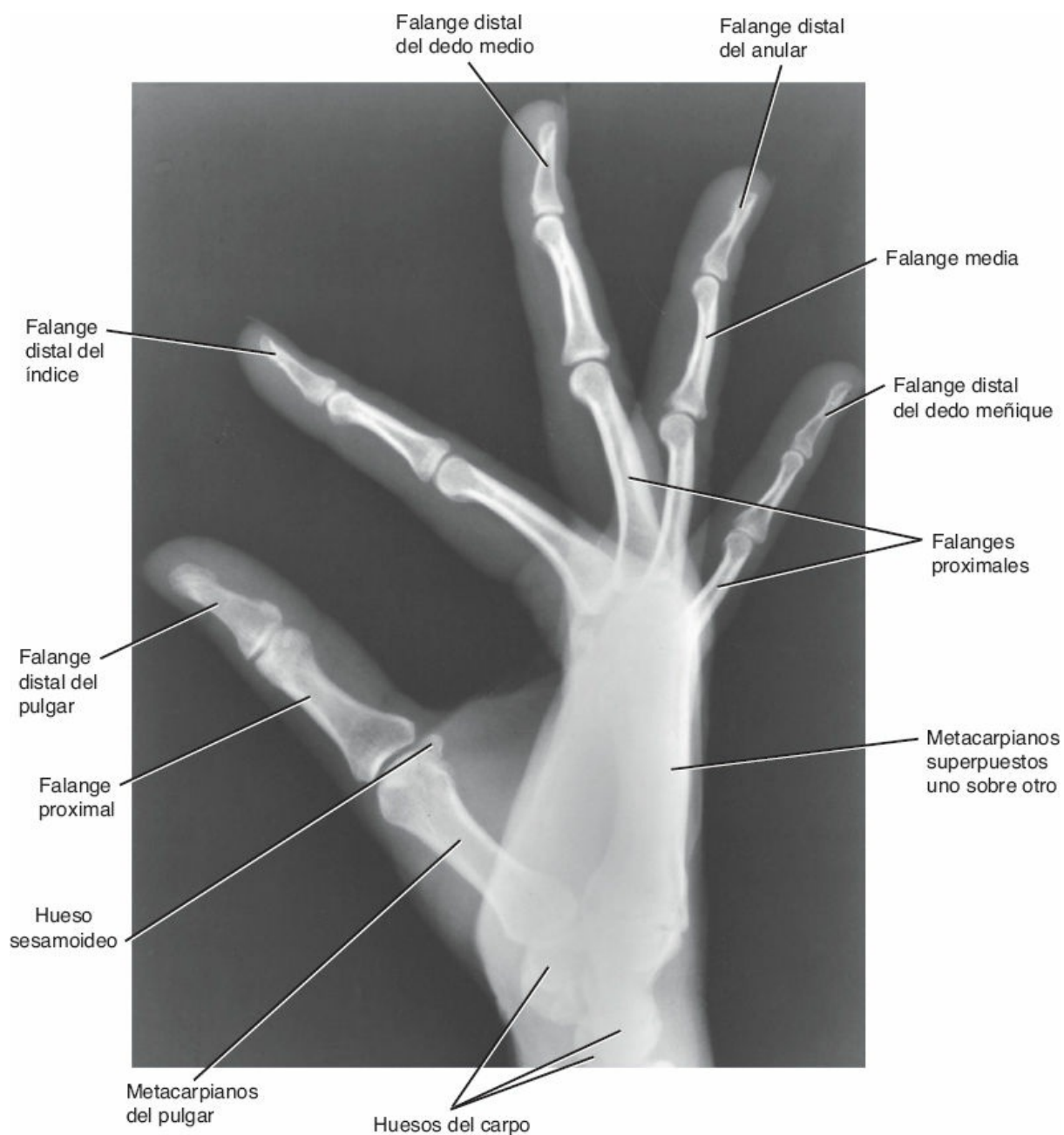


Figura 3-98 Radiografía lateral de la muñeca y la mano de una persona adulta con los dedos en diferentes grados de flexión.

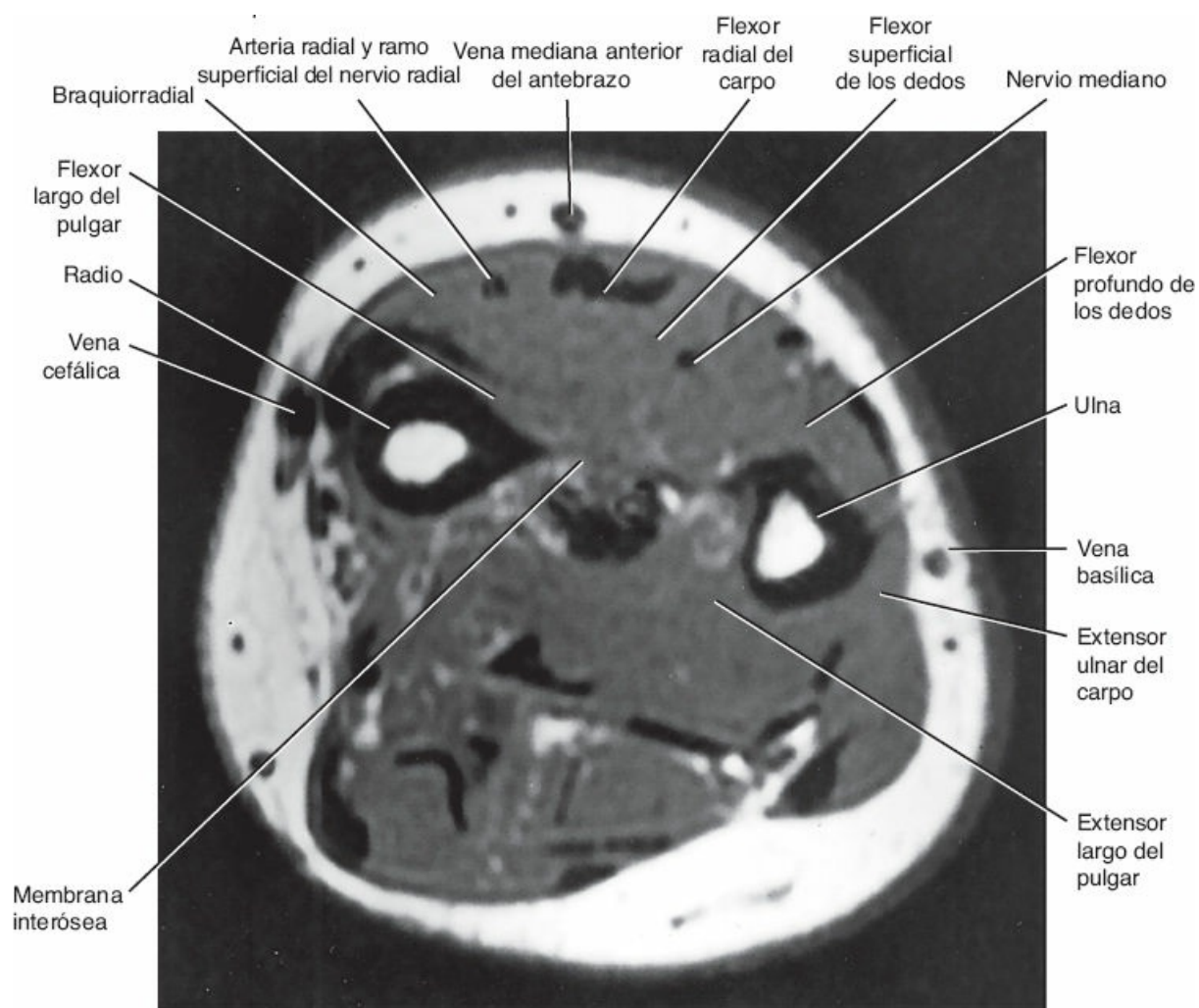


Figura 3-99 Resonancia magnética transversal (axial) de la porción superior del antebrazo derecho (vista inferior).

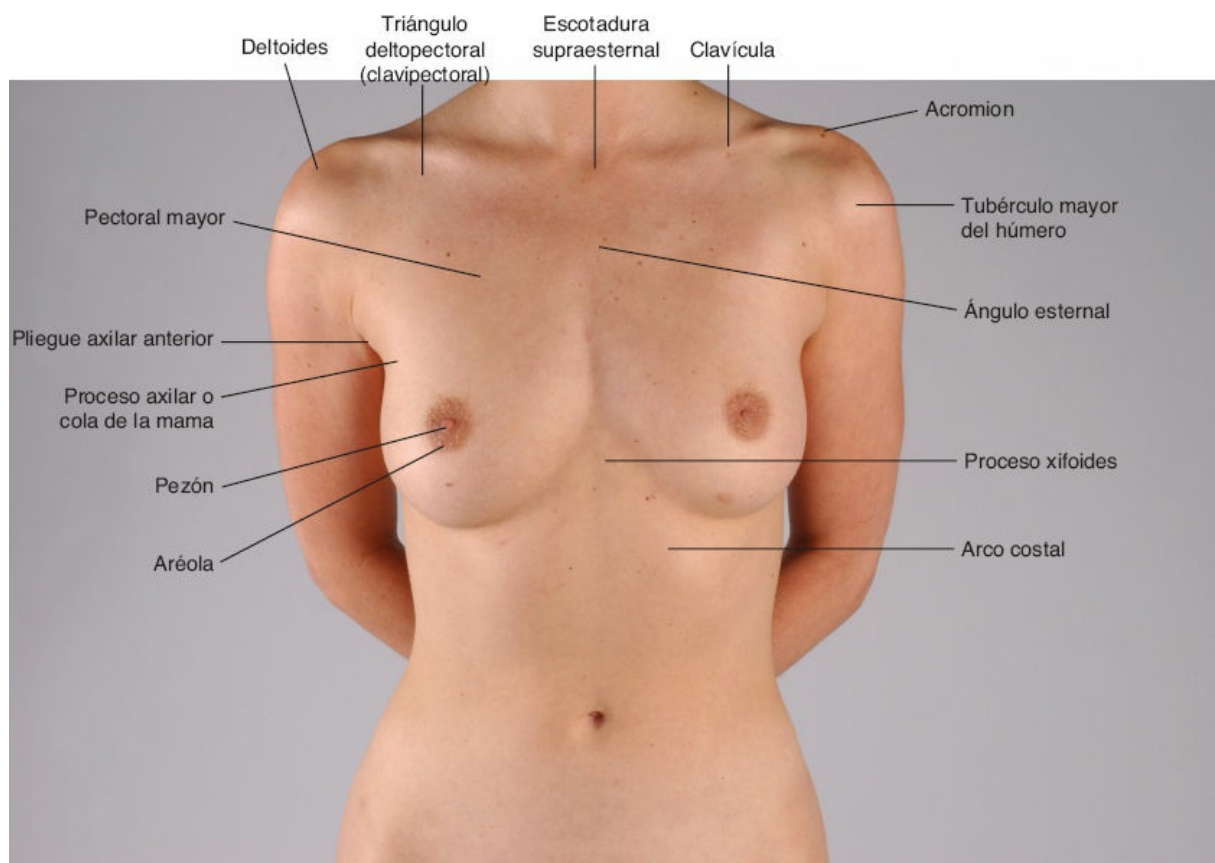


Figura 3-100 Vista anterior de la región pectoral de una mujer joven con los brazos detrás de la espalda, que muestra la anatomía de la superficie del tórax.

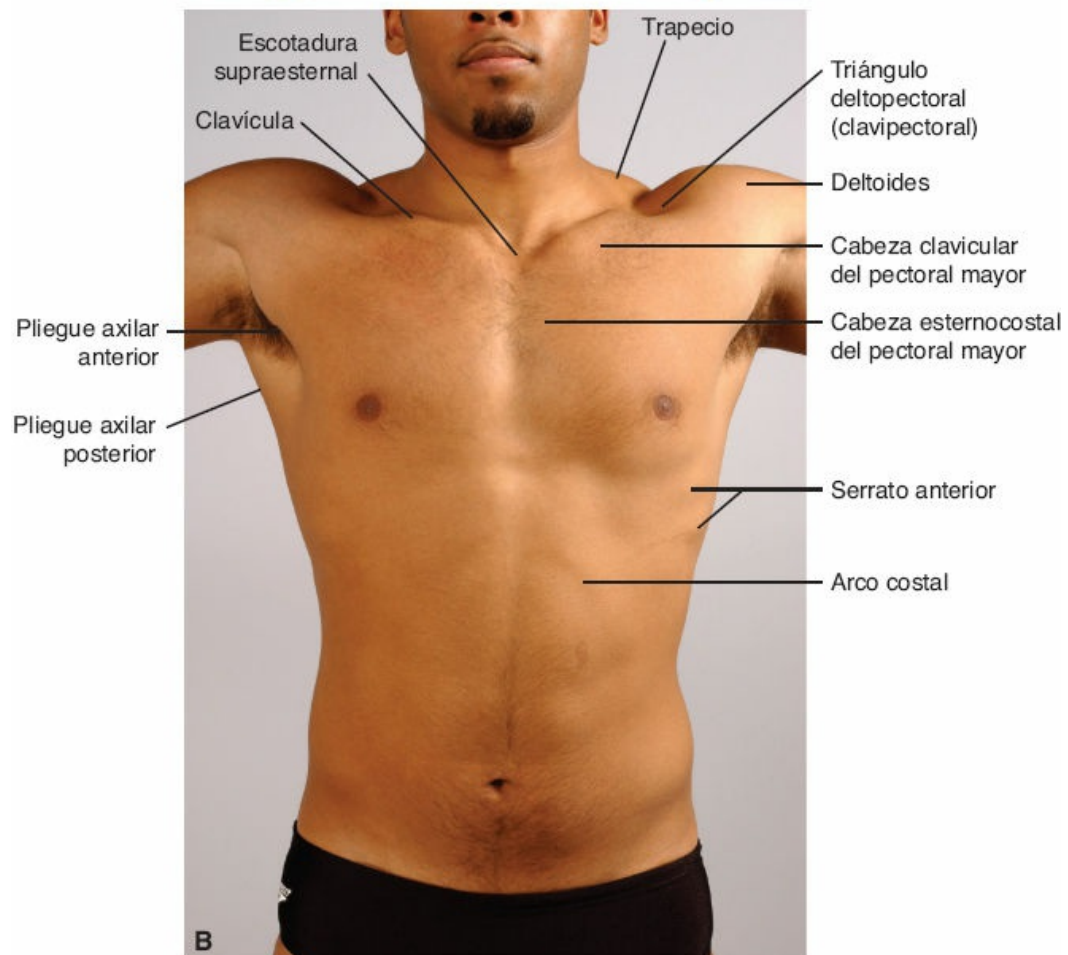
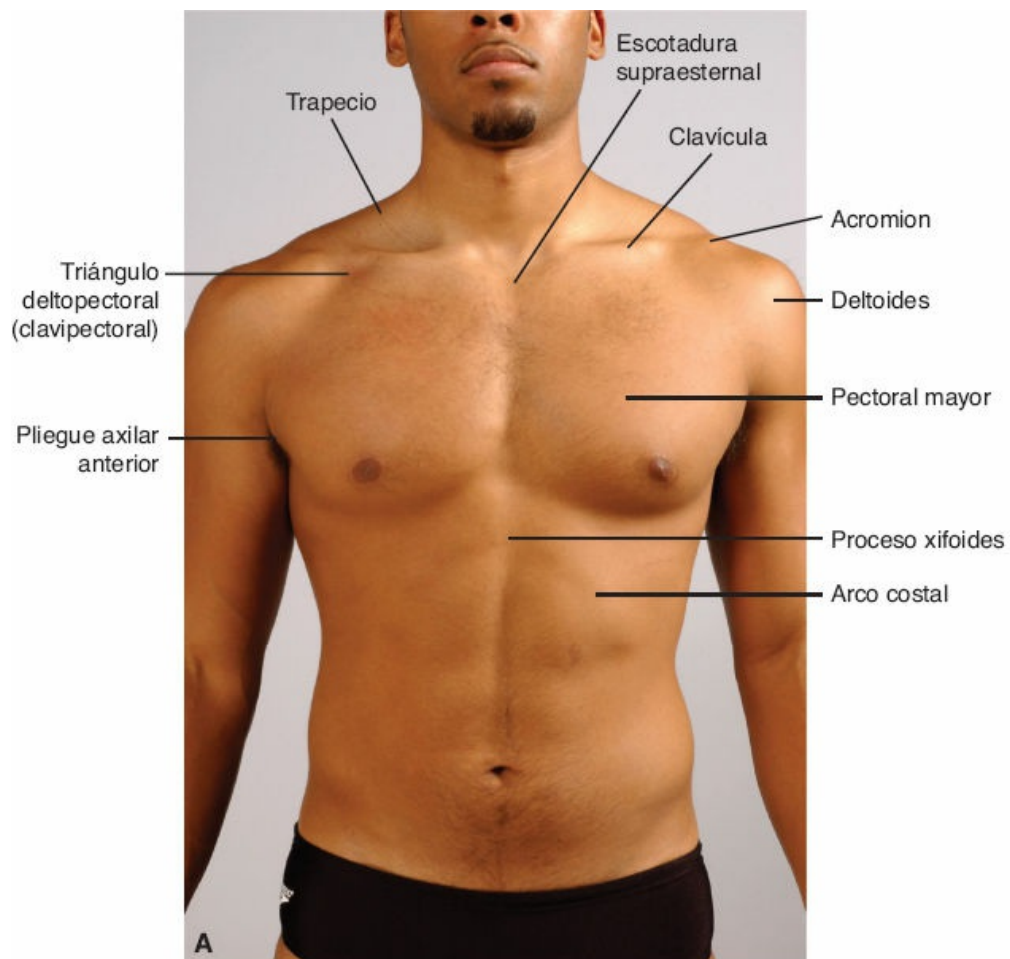


Figura 3-101 Vistas anteriores de la región pectoral en un hombre joven que muestra la anatomía de superficie del tórax. **A.** Con los brazos a los lados. **B.** Con los brazos abducidos.

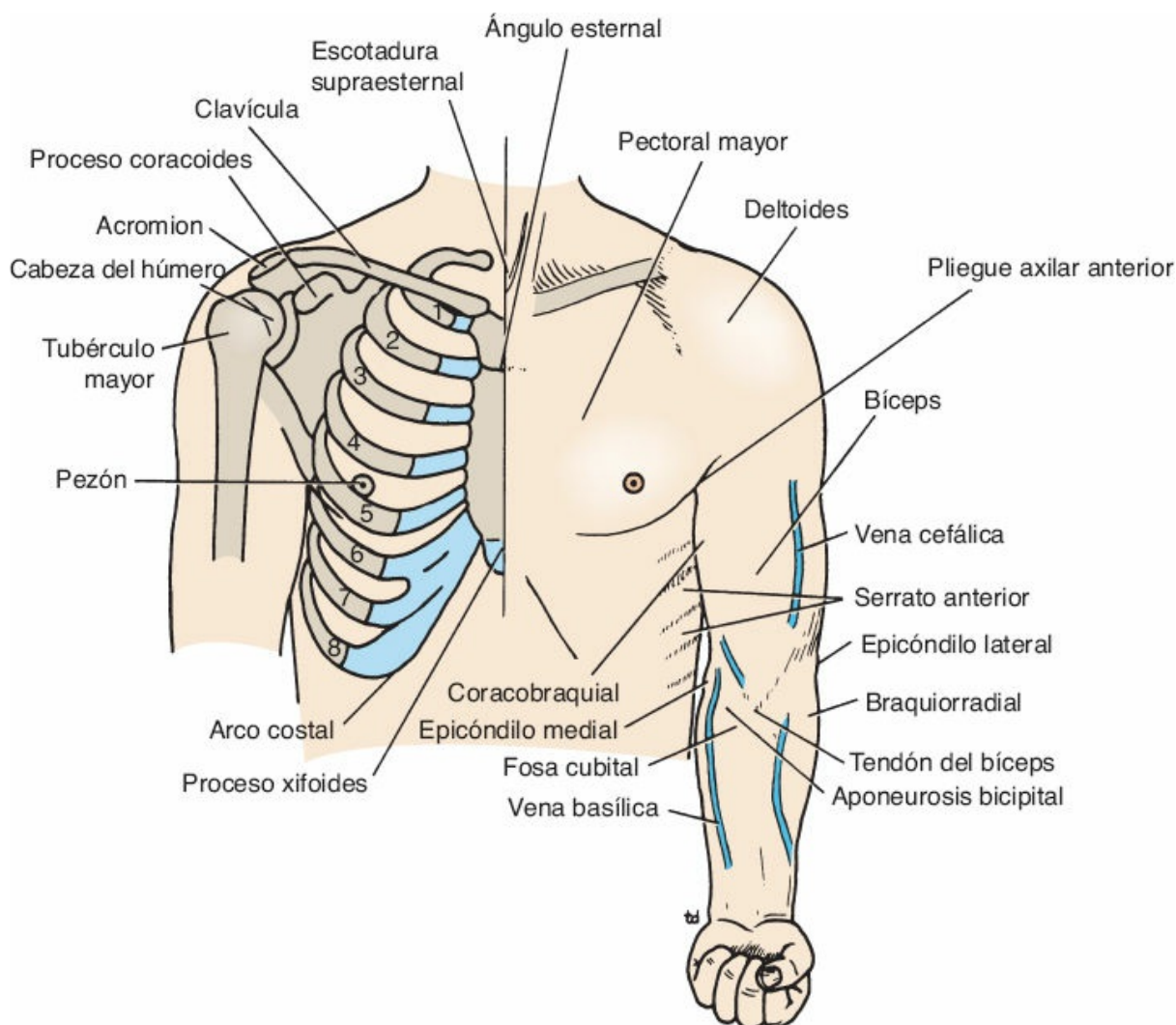


Figura 3-102 Vista anterior que muestra la anatomía de superficie del tórax, el hombro y el miembro superior.

Cara posterior del hombro

Las características incluidas aquí están principalmente relacionadas con el miembro superior. En los capítulos 2 y 4 se incluyen listas más completas de las características de la anatomía de superficie.

Procesos espinosos de las vértebras cervicales y torácicas

Los procesos espinosos pueden palparse en la línea media posterior (véanse figs. 3-103 y 3-104). El dedo índice debe colocarse en la piel en la línea media sobre la cara posterior del cuello y debe dirigirse inferiormente sobre el surco de la nuca. El primer proceso espinoso que se notará es el de la vértebra C7 (vértebra prominente). Inferior a este nivel se ubican los procesos espinosos de las vértebras dorsales o torácicas. El gran ligamento denominado **ligamento nuchal**

cubre los procesos espinosos de las vértebras C1 a C6.

Escápula

La punta del **proceso coracoides** de la escápula (véase [fig. 3-102](#)) puede notarse con una palpación profunda en la parte lateral del triángulo deltopectoral (clavipectoral); está cubierta por las fibras anteriores del músculo deltoides. El **acromion** forma la extremidad lateral de la espina de la escápula. Es subcutáneo y fácil de localizar (véanse [figs. 3-100 a 3-104](#)).

Inmediatamente inferior al borde lateral del acromion se localiza la suave y redondeada curva del hombro formada por el **músculo deltoides**, que cubre el **tubérculo mayor del húmero** (véanse [figs. 3-100 a 3-104](#)).

La **cresta de la espina de la escápula** puede palparse y trazarse medialmente hasta el **borde medial de la escápula**, al que se une a nivel del proceso espinoso de T3 (véase [fig. 3-103](#)).

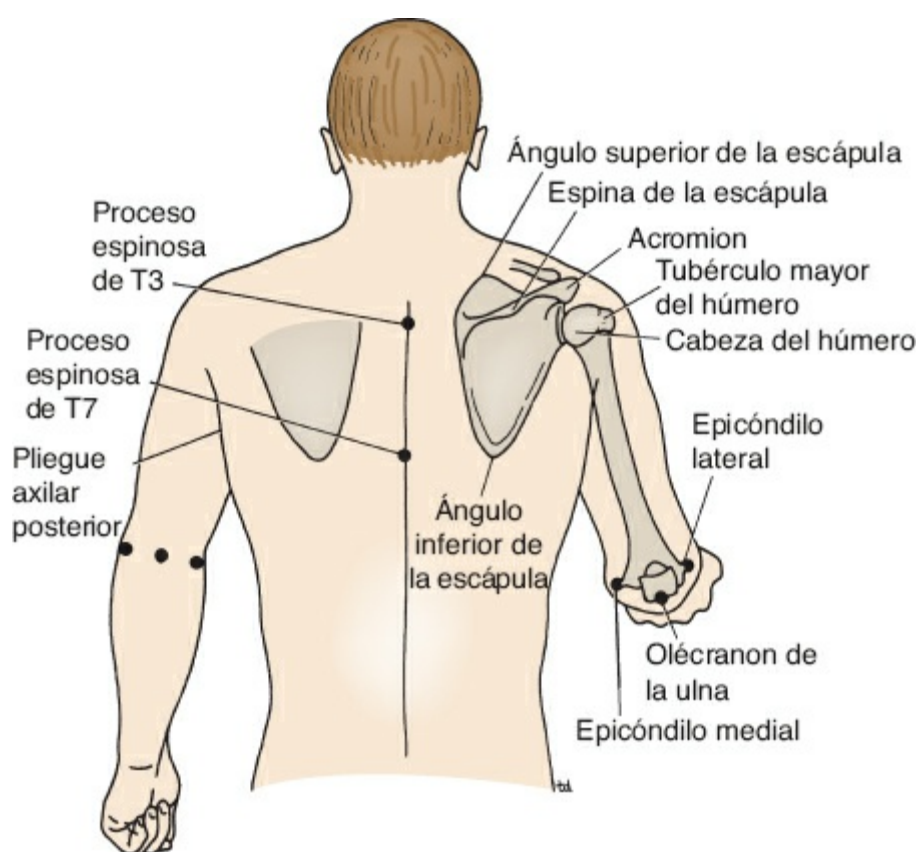


Figura 3-103 Vista posterior que muestra la anatomía de superficie de la escápula, el hombro y el codo.

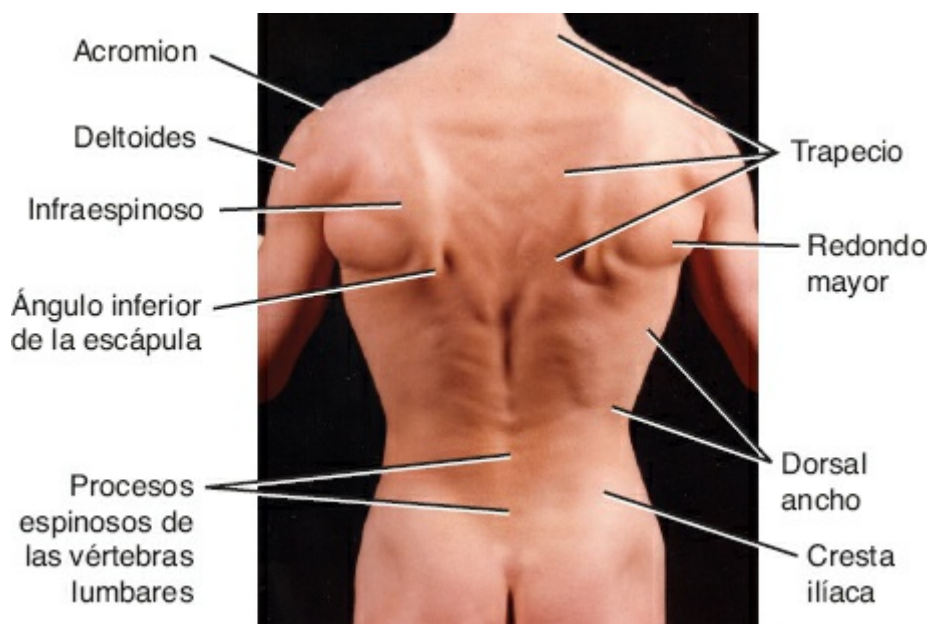


Figura 3-104 Vista posterior que muestra la anatomía de superficie de la espalda en un hombre joven.

El **ángulo superior de la escápula** puede notarse a través del músculo trapecio y se localiza anterior a la vértebra T2.

El **ángulo inferior de la escápula** puede palparse por delante del proceso espinoso de la vértebra T7 (véanse figs. 3-103 y 3-104).

Mamas

En niños y hombres, la anatomía de la mama es rudimentaria y el tejido glandular está confinado a un área pequeña por debajo de la aréola. En mujeres jóvenes, en general las mamas son semiesféricas y ligeramente péndulas, se hallan sobre la 2.^a a la 6.^a costillas y sus cartílagos costales, y se extienden desde el borde lateral del esternón hasta la línea medioaxilar. La mayor parte de la mama se localiza en la fascia superficial y puede moverse libremente en todas las direcciones. Su borde lateral superior (**proceso axilar o cola**) se extiende alrededor del borde inferior del pectoral mayor y entra en la axila, donde guarda estrecha relación con los vasos axilares (véase fig. 3-100). En las mujeres multíparas de mediana edad, las mamas pueden ser grandes y péndulas, y en las mujeres mayores, pueden ser más pequeñas.

En el sujeto vivo, la mama es blanda porque la grasa que contiene es fluida. En la palpación cuidadosa con la mano abierta, la mama tiene una consistencia general lobulada y firme, producida por su tejido glandular.

El **pezón** se proyecta desde la mitad inferior de la mama, pero su posición en relación con la pared torácica varía mucho y depende del desarrollo de la glándula. En hombres y niñas inmaduras, los pezones son pequeños y suelen extenderse sobre el cuarto espacio intercostal unos 10 cm desde la línea media. Un área circular de piel pigmentada (**aréola**) rodea la base del pezón (véase fig. 3-100). De color rosado en la niña, la aréola se vuelve más oscura en el segundo

mes del primer embarazo y nunca recupera su color previo. Las glándulas areolares subyacentes producen pequeños tubérculos en la aréola.

Región del codo

Los **epicóndilos medial y lateral del húmero** (véanse figs. 3-101 a 3-103) y el **proceso del olécranon de la ulna** son fácilmente palpables (véase fig. 3-103). Cuando se extiende la articulación del codo, estos puntos óseos se encuentran en la misma línea recta; cuando se flexiona el codo, estos tres puntos forman los límites de un triángulo equilátero.

La **cabeza del radio** puede palparse en una depresión de la cara posterolateral del codo extendido, distal al epicóndilo lateral. Durante la pronación y supinación del antebrazo, puede notarse la rotación de la cabeza del radio.

La **fosa cubital** es una depresión de la piel por delante del codo (véanse figs. 3-28, 3-101 y 3-102), cuyos límites pueden observarse y notarse; el músculo braquiorradial forma el límite lateral, y el pronador redondo forma el límite medial. El **tendón del músculo bíceps** puede palparse cuando pasa inferiormente dentro de la fosa, y la **aponeurosis bicipital** puede notarse cuando sale del tendón para unirse a la fascia profunda en la porción medial del antebrazo (véanse figs. 3-28 y 3-102). El tendón y la aponeurosis se notan más fácilmente si la articulación del codo se flexiona contra una resistencia.

El **nervio ulnar** puede palparse por detrás del epicóndilo medial del húmero. Se nota como una cuerda redondeada, y cuando se comprime, produce una sensación de “pinchazos de alfileres y agujas” a lo largo de la porción medial de la mano.

El pulso de la **arteria braquial** puede detectarse cuando pasa inferiormente por el brazo, superpuesta por el borde medial del músculo bíceps. En la fosa cubital, la arteria yace inferior a la aponeurosis bicipital, y en un nivel inmediatamente inferior a la cabeza del radio, se divide en las arterias radial y ulnar.

El **borde posterior de la ulna** es subcutáneo y puede palparse a lo largo de su trayecto.

Muñeca y mano

En la muñeca, pueden palparse los **procesos estiloides del radio** (fig. 3-105B) y la ulna. El proceso estiloides del radio se localiza a unos 2 cm distal al de la ulna.

El tubérculo dorsal del radio puede palparse en la cara posterior del extremo distal del radio.

La **cabeza de la ulna** se nota más fácilmente con el antebrazo pronado; la cabeza se torna prominente en la cara lateral de la muñeca (véase fig. 3-80). La cabeza redondeada puede distinguirse del puntiagudo proceso estiloides, más distal.

El **hueso pisiforme** puede notarse en el lado medial de la cara anterior de la muñeca entre los dos pliegues transversales (*véanse* figs. 3-28 y 3-105A). El **gancho del hueso *hamatum*** puede notarse con una palpación profunda de la eminencia hipotenar, un través distal y lateral al hueso pisiforme.

Los pliegues transversales que se observan por delante de la muñeca representan puntos de referencia importantes (*véase* fig. 3-105A). El **pliegue transversal proximal** se localiza a nivel de la articulación de la muñeca. El **pliegue transversal distal** se corresponde con el borde proximal del retináculo flexor.

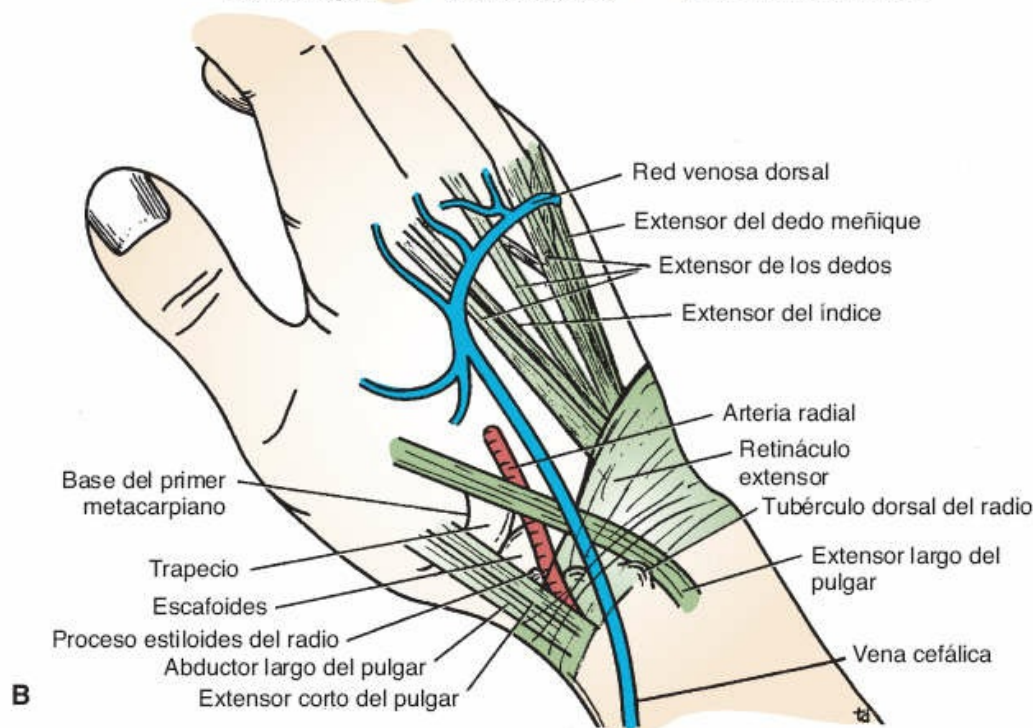
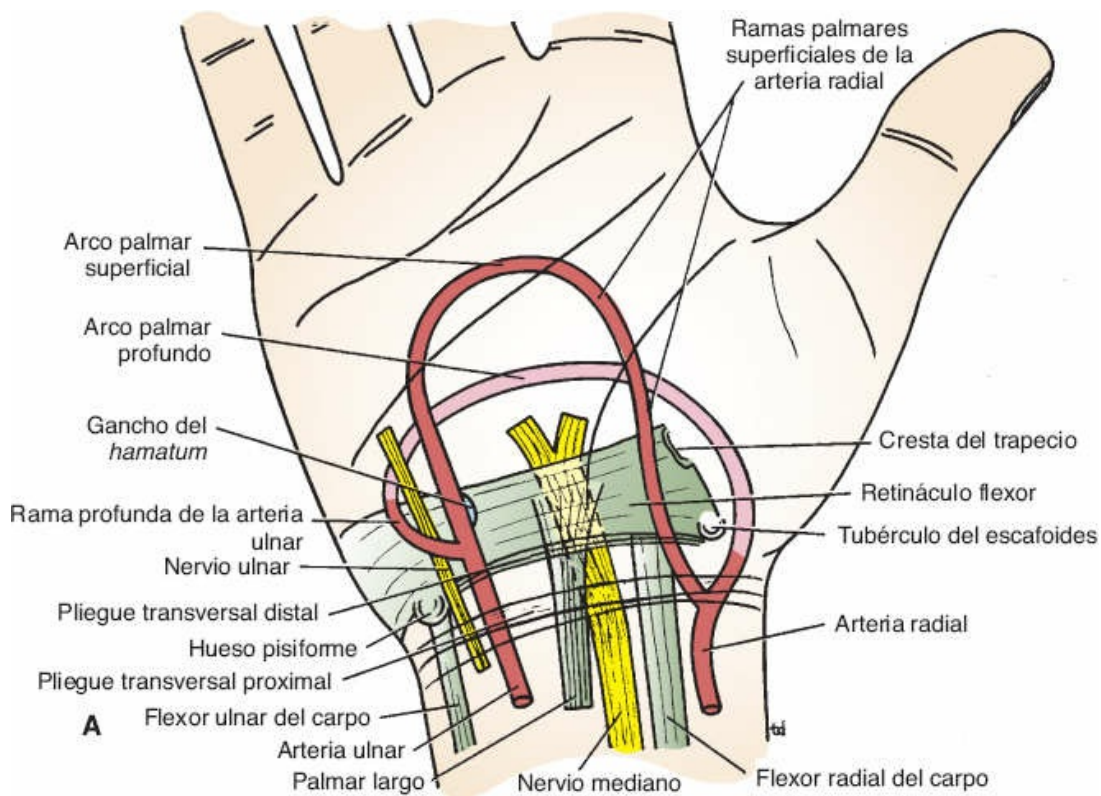


Figura 3-105 Anatomía de superficie de la región de la muñeca. **A.** Vista anterior que muestra proyecciones superficiales de estructuras en la cara palmar. **B.** Vista lateral que muestra proyecciones superficiales de estructuras en las caras posterior y lateral. **C.** Vista lateral que muestra la tabaquera anatómica.

Estructuras relevantes de la cara anterior de la muñeca

Arteria radial

Las pulsaciones de la arteria radial se pueden notar fácilmente por delante del tercio distal del radio (véanse figs. 3-28 y 3-105A). En este lugar, yace inmediatamente inferior a la piel y la fascia, lateral al tendón del músculo flexor radial de la muñeca.

Tendón del flexor radial de la muñeca

El tendón del flexor radial de la muñeca se ubica medial a la arteria radial (véase fig. 3-105A).

Tendón del palmar largo

Si está presente, el tendón del palmar largo se ubica medial respecto al tendón del flexor radial de la muñeca y superior al nervio mediano (véase fig. 3-105A).

Tendones del flexor superficial de los dedos

Los tendones del flexor superficial de los dedos son un grupo de cuatro tendones mediales al tendón del palmar largo, cuyo movimiento puede observarse por debajo de la piel cuando los dedos están flexionados y extendidos.

Tendón del flexor ulnar de la muñeca

El tendón del músculo flexor ulnar de la muñeca es el más medial de la cara anterior de la muñeca y puede seguirse distalmente hasta su inserción en el hueso pisiforme (véanse figs. 3-28 y 3-105A). El tendón puede hacerse prominente solicitando al paciente que apriete el puño (el músculo se contrae para ayudar a fijar y estabilizar la articulación de la muñeca).

Arteria ulnar

Las pulsaciones de la arteria ulnar pueden notarse en posición lateral respecto al tendón del músculo flexor ulnar (véase fig. 3-105A).

Nervio ulnar

El nervio ulnar está en posición inmediatamente medial a la arteria ulnar (véase fig. 3-105A).

Estructuras relevantes de la cara lateral de la muñeca

Tabaquera anatómica

La “tabaquera anatómica” es un área importante. Se trata de una depresión de la

piel localizada distal al proceso estiloides del radio. Está limitada medialmente por el **tendón del extensor largo del pulgar** y lateralmente por los **tendones del abductor largo del pulgar y el extensor corto del pulgar** (véase [fig. 3-105B](#)). En su suelo puede palparse el **proceso estiloides del radio** (proximalmente) y la **base del primer metacarpiano** del pulgar (distalmente); entre estos huesos por debajo del suelo se ubican el **escafoides** y el **trapezio** (que se pueden notar pero no identificar). La **arteria radial** puede palparse dentro de la tabaquera anatómica cuando la arteria rodea el borde lateral de la muñeca para alcanzar el dorso de la mano (véase [fig. 3-105A](#)). La **vena cefálica** también puede reconocerse a través de la tabaquera anatómica a medida que asciende por el antebrazo.

Estructuras relevantes de la cara posterior de la muñeca

Lunatum

El *lunatum* se localiza en la fila proximal de huesos del carpo. Puede palparse inmediatamente distal al tubérculo dorsal del radio cuando la articulación de la muñeca está flexionada.

Estructuras relevantes de la palma

Ramo recurrente del nervio mediano

El ramo recurrente para los músculos de la eminencia tenar rodea el borde inferior del retináculo flexor y se localiza a un través de dedo distal al tubérculo del escafoides (véase [fig. 3-41](#)).

Arco arterial palmar superficial

El arco arterial palmar superficial se localiza en la parte central de la palma (véase [fig. 3-105A](#)) y en una línea que pasa a través de esta a nivel del borde distal del pulgar totalmente extendido.

Arco arterial palmar profundo

El arco arterial palmar profundo también se localiza en la parte central de la palma (véase [fig. 3-105](#)) y en una línea trazada a través de la palma a nivel del borde proximal del pulgar totalmente extendido.

Articulación metacarpofalángica

Las articulaciones metacarpofalángicas se localizan aproximadamente al nivel del pliegue palmar transversal distal. Las **articulaciones interfalángicas** están al nivel de los pliegues de los dedos medio y distal.

Estructuras relevantes del dorso de la mano

Los **tendones del extensor de los dedos**, el **extensor del índice** y el **extensor del meñique** pueden observarse y sentirse cuando discurren distalmente hacia la base de los dedos (véase [fig. 3-B](#)).

Red venosa dorsal

En el dorso de la mano puede observarse la red de venas superficiales (véase [fig. 3-105B](#)). Esta drena superiormente en la vena cefálica lateral y en una vena basílica medial.

La **vena cefálica** cruza la tabaquera anatómica y se enrolla alrededor de la cara anterior del antebrazo. Luego asciende hacia el brazo y discurre a lo largo del borde lateral del bíceps (véase [fig. 3-68](#)). Finalmente, perfora la fascia profunda en el triángulo deltopectoral (claviopectoral) y penetra en la vena axilar.

La **vena basílica** puede trazarse desde el dorso de la mano alrededor del lado medial del antebrazo, y alcanza la cara anterior inmediatamente inferior al codo. Perfora la fascia profunda aproximadamente en la mitad del brazo. La **vena mediana cubital** (o venas cefálica y basílica medianas) une las venas basílica y cefálica en la fosa cubital (véase [fig. 3-68](#)).

Para identificar estas venas con mayor facilidad, presione firmemente alrededor del antebrazo y apriete y afloje el puño repetidamente. Así, las venas se distienden por la sangre.

Conceptos clave

Osteología

- Un marco óseo forma el núcleo de cada región del miembro superior.
- La clavícula y la escápula forman la cintura escapular. El húmero forma el brazo. El radio y la ulna forman el antebrazo. Los ocho huesos del carpo (escafoides, *lunatum*, *triquetrum*, pisiforme, trapecio, trapezoide, *capitatum*, *hamatum*) forman la muñeca (carpo). Los huesos metacarpianos y las falanges forman la mano y los dedos.
- Las características óseas son funcionalmente significativas en el contexto de las inserciones de músculos/ligamentos y los déficits de movimiento que resultan de las fracturas (p. ej., la mayoría de los músculos del manguito de los rotadores se insertan en el tubérculo mayor del húmero; el tríceps se inserta en el olécranon de la ulna; el bíceps braquial se separa después de una fractura por avulsión de la tuberosidad del radio).
- Varias características óseas guardan relación importante con las estructuras neurovasculares clave que deben considerarse en casos de fractura ósea (p. ej., el cuello quirúrgico del húmero con el nervio axilar y los vasos humerales circunflejos posteriores; el cuerpo del húmero con el nervio radial y los vasos braquiales profundos; y el epicóndilo medial del húmero con el nervio ulnar).

Mamas

- Los senos o mamas son glándulas tegumentarias especializadas que segregan leche.
- El drenaje linfático de la mama es clínicamente relevante debido a su papel en la metástasis del cáncer. Gran parte del drenaje linfático de la mama viaja a través de la red de nódulos linfáticos axilares.
- El proceso axilar o cola es una extensión del cuadrante lateral superior de la mama hacia la axila que debe reconocerse en la exploración mamaria.

Axila

- La axila es un espacio piramidal entre el brazo y el lado del pecho.
- Transporta los principales vasos sanguíneos (arteria y vena axilares y sus ramas), nervios (plexo braquial) y conductos linfáticos (nódulos axilares).
- El músculo pectoral menor divide la axila en tres subregiones que son útiles para describir las vías de las arterias y el drenaje linfático.

Fosa cubital

- La fosa cubital es una depresión triangular en la cara anterior del codo. Contiene varias estructuras neurovasculares que pasan entre el brazo y el antebrazo.

Túnel del carpo

- El túnel del carpo es una vía de paso osteofascial a través de la muñeca.
- Los huesos del carpo y el retináculo flexor suprayacente forman el túnel de la muñeca.
- Varios tendones musculares y el nervio mediano pasan a través del túnel del carpo. La compresión anómala de estos puede dar lugar al síndrome del túnel del carpo.

Palma

- La palma de la mano contiene espacios fasciales y el lado palmar distal de cada dedo contiene un espacio del pulpejo. Estos espacios pueden determinar la dirección y la extensión de las infecciones en la mano y los dedos.

Músculos de la espalda

- Funcionalmente, varios músculos en el pecho y la espalda son músculos de los miembros superiores.
- Los pectorales mayor y menor y el serrato anterior conectan la pared torácica con el miembro superior.
- El grupo superficial de músculos de la espalda conecta la columna vertebral con el miembro superior.
- Los músculos en la región escapular conectan la escápula con el húmero.
- El manguito de los rotadores es un grupo de cuatro músculos escapulares que actúan en la articulación del hombro (glenohumeral) y ayudan a estabilizar esa articulación.

Brazo

- El brazo contiene dos compartimentos osteofasciales: el anterior y el posterior.
- Los músculos del compartimento anterior actúan en la flexión del hombro y el codo y con la supinación.
- Los músculos en el compartimento posterior actúan en la extensión del hombro y el codo.

Antebrazo

- El antebrazo contiene tres compartimentos osteofasciales: anterior, posterior y lateral.
- Los músculos del compartimento anterior contribuyen en gran medida con la flexión de la muñeca y los dedos y con la pronación.
- Los músculos del compartimento posterior contribuyen en gran medida con la extensión de la muñeca y los dedos y con la supinación.
- Los músculos del compartimento lateral contribuyen principalmente con la flexión del codo y la extensión de la muñeca.

Mano

- La mano tiene cinco compartimentos osteofasciales: cuatro (tenar, hipotenar, central, interóseo) en la cara anterior (palmar) y uno (dorsal/extensor) en la cara posterior.
- Los compartimentos anteriores albergan muchos músculos pequeños que producen los complejos movimientos finos de los dedos, incluida la oposición del pulgar.
- El compartimento dorsal contiene los tendones largos de los

músculos extrínsecos de la mano.

Nervios

- El nervio espinal accesorio (NC XI) inerva un músculo (trapecio) del miembro superior. El plexo braquial inerva todos los demás aspectos motores y sensitivos del miembro superior.
- Varios nervios (p. ej., supraescapular, torácico largo, toracodorsal) inervan la región del hombro.
- Los cinco ramos terminales del plexo braquial (nervios musculocutáneo, mediano, ulnar, radial y axilar) inervan el hombro y el miembro superior.
- El nervio musculocutáneo inerva los músculos en el compartimento anterior del brazo y la piel en el borde lateral del antebrazo. La lesión de este nervio produce en parte la “posición de petición de propina del camarero”.
- El nervio mediano inerva la mayoría de los músculos en el compartimento anterior del antebrazo y una pequeña cantidad de músculos intrínsecos de la mano, incluido todo el compartimento tenar. La lesión del nervio mediano produce la “mano de simio”.
- El nervio ulnar inerva un músculo y medio en el compartimento anterior del antebrazo, más la mayoría de los músculos intrínsecos de la mano. La lesión de este nervio produce la “mano en garra”.
- El nervio radial inerva todos los músculos de los compartimentos posteriores del brazo y del antebrazo, más el compartimento lateral del antebrazo. La lesión del nervio radial produce la caída de la muñeca.
- El nervio axilar inerva dos músculos en el hombro (incluido el deltoides) y la piel en la porción lateral inferior del hombro. La lesión de este nervio contribuye con la “posición de petición de propina del camarero”.
- Los nervios mediano, radial y ulnar proporcionan la inervación cutánea de la mano.

Irrigación

- La arteria subclavia se continúa como arteria axilar, que irriga el miembro superior.
- La arteria axilar viaja a través de la axila. El pectoral menor divide este vaso en tres porciones. La segunda porción define los cordones del plexo braquial.
- La arteria braquial es la continuación de la arteria axilar a través del brazo. La arteria braquial finaliza en la fosa cubital

dividiéndose en las arterias radial y ulnar.

- Las arterias radial y ulnar irrigan el antebrazo y la mano. La arteria ulnar proporciona la irrigación principal del arco palmar superficial. La arteria radial proporciona la irrigación principal del arco palmar profundo.

Drenaje venoso

- El drenaje venoso superficial del miembro superior comienza con el arco venoso dorsal en la mano. Este arco drena en las venas cefálica y basílica en sus extremos lateral y medial.
- La vena mediana cubital conecta las venas cefálica y basílica en la fosa cubital.
- Las venas cefálica y basílica drenan en la vena axilar.

Drenaje linfático

- El drenaje linfático del miembro superior es paralelo a las venas cefálica y basílica en la axila.
- Un extenso complejo de nódulos linfáticos axilares recoge la linfa del miembro superior, gran parte de la mama y una gran área de las paredes toracoabdominales y la espalda.

Articulaciones

- Numerosas articulaciones, en su mayoría sinoviales, permiten la gran movilidad del miembro superior. Las regiones del hombro y el codo contienen cada una tres articulaciones individuales. La muñeca y la mano contienen múltiples articulaciones.
- La región del hombro contiene las articulaciones esternoclavicular, acromioclavicular y glenohumeral.
- El codo contiene las articulaciones radioulnar, humeroulnar y humerorradial proximal.
- Las articulaciones radioulnares proximal y distal son las articulaciones primarias que permiten la pronación y la supinación.
- El complejo de la muñeca incluye las articulaciones radiocarpiana, intercarpiana y carpometacarpiana.

Estudios de imagen

- Varias características del miembro superior son fácilmente visibles y palpables en las técnicas de imagen médica habituales y en la exploración de la anatomía de superficie.



Una mujer de 20 años fue una víctima inocente después de presenciar un tiroteo callejero relacionado con las drogas. Durante la valoración en el servicio de urgencias, la paciente, que se encuentra en estado de shock, presenta signos de hemorragia grave. Se observa pulso acelerado y descenso hasta niveles peligrosos de la presión arterial. Se detecta un orificio de entrada de bala de más o menos 1 cm de ancho en el cuarto espacio intercostal izquierdo a casi 3 cm del borde lateral del esternón; no se identifican orificios de salida. El lado izquierdo se escucha mate a la percusión y no se auscultan ruidos respiratorios en ese lado del tórax. Se le coloca un drenaje torácico de inmediato. Dado el exceso de sangre que sale por el drenaje, la especialista responsable decide abrir la cavidad torácica (toracotomía). La doctora cuenta las costillas con cuidado para identificar el cuarto espacio intercostal y cortar las capas de tejido que dan acceso al espacio pleural (cavidad). Presta especial atención a fin de no tocar estructuras anatómicas importantes.

Se practica una incisión en el cuarto espacio intercostal izquierdo a lo largo de una línea que se extiende desde el borde lateral del esternón hasta la línea axilar anterior. Se atraviesan las siguientes estructuras: piel, hipodermis, músculo pectorales y músculo serrato anterior, músculo intercostal externo y membrana intercostal externa, músculo intercostal interno, músculo intercostal íntimo, fascia endotorácica y pleura parietal. La arteria torácica interna, que desciende lateral al esternón y a los vasos y nervio intercostales, debe permanecer intacta al pasar el bisturí por las capas de tejido para penetrar el tórax. La hemorragia sobrevino debido a que la bala perforó el atrio izquierdo del corazón. Los médicos deben poseer conocimientos sobre la anatomía de la pared torácica para hacer un diagnóstico razonado e iniciar el tratamiento adecuado.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Osteología

Esternón

Costillas

Vértebras

Articulaciones

Articulaciones esternales

Articulaciones de las cabezas de las costillas

Articulaciones de los tubérculos de las costillas

Articulaciones de las costillas y los cartílagos costales

Articulaciones de los cartílagos costales con el esternón

Movimientos de las costillas y los cartílagos costales

Espacios torácicos

Aberturas torácicas

Espacios intercostales

Músculos

Músculos intercostales
Diafragma
Músculos elevadores de las costillas
Músculos serratos posteriores

Nervios

Ramos

Vascularización

Arteria torácica interna
Vena torácica interna
Arterias y venas intercostales

Anatomía radiológica

Anatomía de superficie

Pared torácica anterior
Costillas
Diafragma
Pezón
Latido a nivel del vértice cardíaco
Pliegues axilares
Pared torácica posterior
Líneas de orientación
Tráquea
Pulmones
Pleura
Corazón
Vasos sanguíneos torácicos
Glándulas mamarias

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es revisar la anatomía básica de la pared torácica a fin de comprender las relaciones funcionales normales y la lógica detrás de las lesiones más frecuentes, el dolor, las deficiencias motoras, los defectos congénitos, las imágenes médicas y la exploración superficial general.

1. Identificar los huesos de la caja torácica y sus características principales. Describir los aspectos funcionales de estas estructuras.
2. Identificar los componentes óseos, los principales ligamentos de refuerzo y los movimientos posibles en las articulaciones de la caja torácica.
3. Describir las estructuras de la pared torácica, inclusive sus capas y los contenidos de un espacio intercostal típico. Mencionar la disposición de los músculos intercostales y los elementos neurovasculares. Comentar las vías colaterales y las principales anastomosis arteriales.
4. Describir el desarrollo, la estructura, la posición y las acciones del diafragma. Identificar la innervación de esta estructura y señalar los orígenes medulares y las vías que recorren estos nervios para llegar al diafragma. Describir la mecánica de la respiración y comparar las funciones del diafragma, la caja torácica y los músculos toracoabdominales en la respiración normal.
5. Identificar la distribución de las innervaciones motora y sensitiva de la pared torácica. Pronosticar las consecuencias funcionales de las lesiones en algunos nervios periféricos individuales.
6. Describir la trayectoria y los patrones de ramificación de las venas y arterias más importantes a fin de identificar el recorrido de la sangre hacia y en la pared torácica. Identificar los territorios irrigados y drenados por los vasos más importantes. Mencionar las principales vías colaterales y describir la composición de las anastomosis importantes.
7. Describir el patrón de drenaje linfático de la caja torácica y las relaciones de

- este drenaje con el de la axila y la mama.
8. Identificar las principales estructuras de la pared torácica en las técnicas de imagen médicas habituales.
 9. Localizar las proyecciones superficiales y los puntos de palpación de las principales estructuras torácicas durante una exploración superficial básica.

REVISIÓN

El *tórax* (del griego *thora*, que significa “peto”; “pecho”) es la región corporal ubicada entre el cuello y el abdomen. Es plano por delante y por detrás, pero redondeado a los lados. La piel y los músculos de la cintura escapular cubren el exterior de la pared torácica, mientras que la pleura parietal reviste su cara interna. El armazón óseo de las paredes torácicas recibe el nombre de **caja torácica**. Está formado, en la cara posterior, por la región torácica de la columna vertebral; en la cara lateral, por las costillas y los espacios intercostales en ambos lados, y en la cara anterior, por el esternón y los cartílagos costales. En su región superior, el tórax se comunica con el cuello; en su región inferior, el diafragma lo separa del abdomen. La caja torácica protege los pulmones y el corazón, y es el lugar donde se insertan los músculos del tórax, los miembros superiores, el abdomen y el dorso.

La cavidad torácica puede dividirse en una región media, llamada **mediastino**, y la pleura y los pulmones, ubicados en cada uno de los laterales. Los pulmones están revestidos por una delgada membrana denominada **pleura visceral**, que se extiende de cada raíz pulmonar (donde penetran las vías respiratorias y vasos sanguíneos principales) hasta la cara interna de la pared torácica, donde recibe el nombre de **pleura parietal**. De este modo se forman dos sacos membranosos conocidos como **cavidades pleurales**, una a cada lado del tórax, entre los pulmones y las paredes torácicas.

OSTEOLOGÍA

El esqueleto torácico constituye una unidad óseo-cartilaginosa semejante a una jaula, que aloja y protege el corazón, los pulmones y estructuras anexas. También cubre total o parcialmente ciertos órganos de la región superior del abdomen (p. ej., hígado, estómago, bazo y riñones). La caja torácica es un componente del esqueleto axial, compuesta por el esternón, las costillas, los cartílagos costales y las vértebras torácicas.

Esternón

El *esternón* (del griego *stern*, que significa “pecho”; “hueso del pecho”) es un hueso plano y alargado ubicado en la línea media de la pared torácica anterior. En el adulto, el esternón consta de tres partes: **manubrio**, **cuerpo** y **proceso xifoides** (fig. 4-1).

El **manubrio** (del latín *manubri*, que significa “empuñadura”) conforma la

parte superior del esternón. Se articula con el cuerpo del esternón en la **articulación manubrioesternal**, y también con las clavículas y el primer cartílago costal y la parte superior del segundo cartílago costal de cada lado. Se localiza frente a la columna, a nivel de las vértebras torácicas tercera y cuarta (T3 y T4) ([fig. 4-2](#)). La **escotadura yugular (supraesternal)** es la hendidura cóncava que puede palparse fácilmente y se ubica en el borde superior del manubrio. La **incisura claviclar** es una superficie articular ovoide ubicada en ambos extremos superolaterales del manubrio, a cada lado de la incisura yugular. En estos espacios se albergan los extremos esternales de la clavícula.

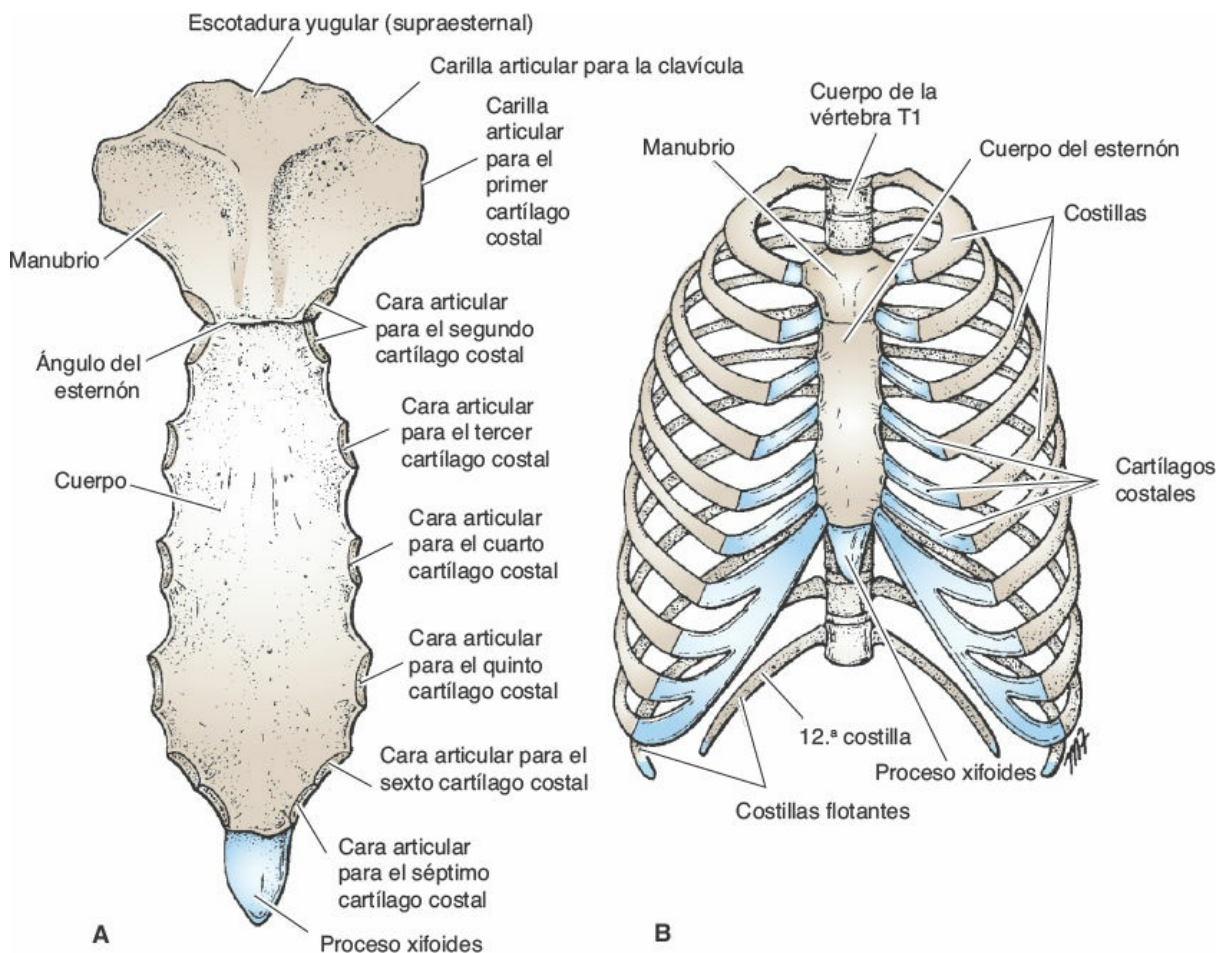


Figura 4-1 A. Vista anterior del esternón. B. Esternón, costillas y cartílagos costales forman la caja torácica.

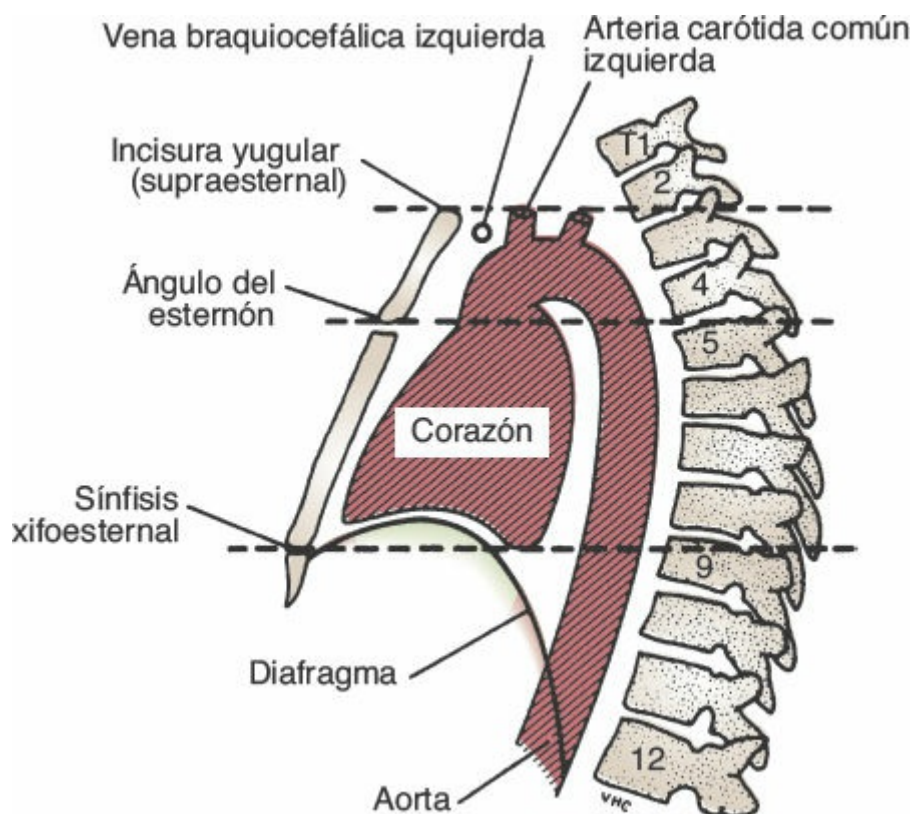


Figura 4-2 Vista lateral del tórax, que muestra las referencias de superficie y su relación con los niveles vertebrales.

El **cuerpo** es la porción media relativamente larga del esternón. Se articula por encima con el manubrio en la articulación manubrioesternal, y por debajo, con el proceso xifoides en la **sínfisis xifoesternal**. Asimismo, se articula con los cartílagos costales segundo a séptimo en cada lado (véase fig. 4-1).



Notas clínicas

Esternón y biopsias de médula ósea

El esternón es subcutáneo y puede palparse fácilmente. Al igual que las costillas, se compone casi en su totalidad de tejido óseo esponjoso altamente vascularizado, envuelto en una delgada coraza de tejido óseo compacto. Además, conserva en su interior médula hematopoyética roja durante toda la vida. Debido a su morfología y poca profundidad en el tórax, el esternón puede atravesarse fácilmente con una aguja durante una biopsia con aguja (“punción esternal”), que tiene por objeto extraer médula roja. Bajo anestesia local, se inserta una aguja gruesa en la cavidad medular a través de la cara anterior del hueso. En algunas ocasiones, el esternón se secciona durante la cirugía para permitir que el especialista tenga acceso al corazón, los grandes vasos y el timo.



Notas embriológicas

Desarrollo del esternón

En el adulto, el esternón consta de tres partes: **manubrio**, **cuerpo** y **proceso xifoides** (véase fig. 4-

1). En la etapa prenatal, está compuesto por seis partes principales. La primera y la última conservan su aspecto; se trata del manubrio y del proceso xifoides, respectivamente. Las cuatro partes del medio (**esternebras**) se fusionan para formar el cuerpo. Las tres partes más importantes deben su nombre al parecido que guarda el esternón con la pequeña espada utilizada por las tropas y los gladiadores romanos: el manubrio (= empuñadura), el cuerpo (en terminología antigua = *gladiolo* = pequeña espada) y el proceso xifoides (= punta de la espada).

El **proceso xifoides** (del griego *xiph*, que significa “espada”) es la porción más inferior del esternón, de aspecto pequeño y “anguloso” (en el extremo inferior). Se trata de una delgada lámina de cartílago, cuyo extremo proximal se osifica en la edad adulta. Su tamaño, forma y grado de osificación son muy variables. Ninguna costilla o cartílago costal se articula con el proceso xifoides. Sin embargo, el séptimo cartílago costal puede tener una unión compartida con el proceso xifoides y el cuerpo. La sínfisis xifoesternal se ubica frente al cuerpo de la vértebra T9 (véase [fig. 4-2](#)). En el extremo inferior del proceso xifoides se inserta en la línea blanca de la pared abdominal.

La articulación del manubrio con el cuerpo forma el **ángulo del esternón** (ángulo de Louis), que puede reconocerse por la presencia de una cresta transversal en la cara anterior del esternón (véanse [figs. 4-1](#) y [4-2](#)). El ángulo del esternón es un importante punto de referencia en la anatomía torácica, pues permite identificar 1) la articulación manubrioesternal (sínfisis), 2) los sitios de unión de los segundos cartílagos costales (estos se articulan con el manubrio y el cuerpo), 3) una línea horizontal que suele proyectarse posteriormente hacia el disco intervertebral T4, y 4) el plano de separación entre los mediastinos superior e inferior.

Costillas

Las *costillas* son huesos alargados, planos y arqueados que constituyen gran parte de la pared torácica (véase [fig. 4-1](#)). Su estructura se compone, básicamente, de tejido óseo esponjoso altamente vascularizado, cubierto por una delgada capa de tejido óseo compacto. Por lo general, tanto hombres como mujeres tienen 12 pares de costillas. El extremo posterior (dorsal; vertebral) de cada costilla se articula con una o dos vértebras torácicas. Los extremos anteriores (ventrales, esternales) guardan distintas relaciones, que permite clasificar las costillas en “esternales”, “asternales” o “flotantes”. Las **costillas esternales (verdaderas)** (pares 1-7) se unen directamente al esternón a través de cartílagos costales independientes. Las **costillas asternales (falsas)** (pares 8-10) se articulan con el esternón a través de cartílagos costales independientes que confluyen y se unen de modo colectivo a los séptimos cartílagos costales. Las **costillas flotantes** (pares 11-12) no se unen al esternón.

Anatomía típica de la costilla

Todas las costillas comparten la misma estructura general. Se trata de huesos largos, arqueados y aplanados, con un extremo superior redondo y liso y un

extremo inferior delgado y afilado (figs. 4-3 y 4-4). El extremo anterior de cada costilla se articula con el cartílago costal correspondiente (véase fig. 4-4).

Una costilla se compone de las siguientes partes: cabeza, cuello, tubérculo, cuerpo, ángulo y surco de la costilla. La **cabeza** forma el extremo posterior (vertebral) de la costilla y tiene dos superficies articulares para unirse al cuerpo vertebral del número correspondiente y a la vértebra inmediatamente superior (véase fig. 4-4). El **cuello** es la porción plana, ligeramente constreñida, que se ubica entre la cabeza y el tubérculo. El **tubérculo** es una prominencia en la cara posterior externa de la costilla, donde el cuello se une con el cuerpo. Posee una superficie articular para unirse con el proceso transversal de la vértebra del número correspondiente. El **cuerpo** es la porción larga, delgada, plana y curva (en su eje longitudinal) que se extiende desde el tubérculo hasta el extremo anterior (esternal). El **surco de la costilla** es una hendidura longitudinal que discurre a lo largo de la cara inferior de la superficie interna del cuerpo de la costilla. Aloja los vasos y nervios intercostales. El **ángulo** es el punto (suele encontrarse ligeramente distal al tubérculo) donde el cuerpo de la costilla se arquea de modo pronunciado, con lo que abandona su trayectoria lateral y continúa en dirección anterior. El **extremo anterior (esternal)** de la costilla es plano y tiene una hendidura para el cartílago costal.

Primera costilla

La 1.^a costilla es relevante desde el punto de vista clínico debido a su estrecha relación con los nervios inferiores del plexo braquial y con los principales vasos hacia el brazo, es decir, la arteria y vena subclavias (fig. 4-5). Esta costilla es pequeña y aplanada de arriba hacia abajo. El músculo escaleno anterior se inserta en su cara y borde internos. Por delante del músculo escaleno anterior, la vena subclavia pasa por encima de la costilla; posterior a la inserción del músculo, la arteria subclavia y el tronco inferior del plexo braquial pasan por encima de la costilla y contactan con el hueso.

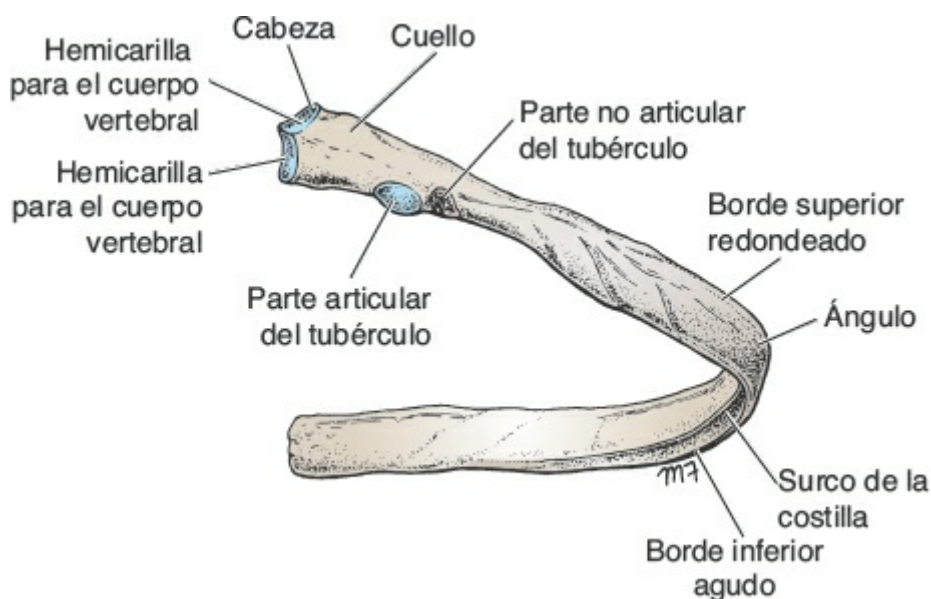


Figura 4-3 Cara posterior de la 5.^a costilla derecha.

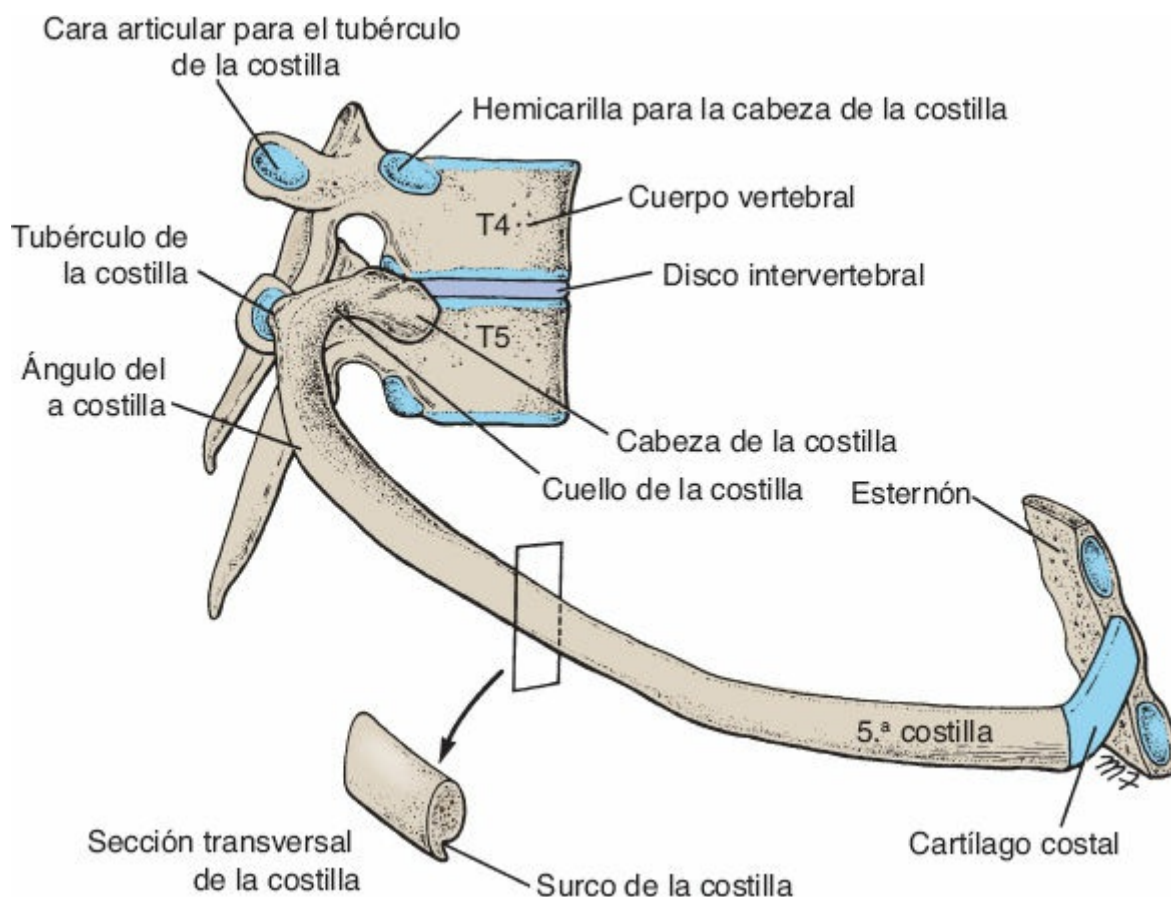


Figura 4-4 5.ª costilla derecha y sus articulaciones con la columna vertebral en el plano posterior y con el esternón en el plano anterior. Nótese que la cabeza de la costilla se articula con el cuerpo vertebral de su mismo número y con el cuerpo vertebral inmediatamente superior. Obsérvese, asimismo, la presencia del surco de la costilla a lo largo del borde inferior de la costilla.

Cartílagos costales

Los cartílagos costales son barras de cartílago que unen las siete costillas superiores con los bordes laterales del esternón, y la octava, novena y décima costillas al cartílago inmediatamente superior. Los cartílagos de la undécima y duodécima costillas terminan en la musculatura abdominal (véase [fig. 4-1](#)). Los cartílagos costales contribuyen significativamente a la elasticidad y movilidad de las paredes torácicas. En la vejez, los cartílagos costales tienden a perder cierta flexibilidad como consecuencia de la calcificación superficial.

Vértebras

La anatomía básica de las vértebras se describe en el [capítulo 2](#). Las vértebras torácicas son las únicas que se articulan con las costillas, y poseen una estructura específica para ello.

Las **fositas costales** (del latín *fovea*, que significa “fosa”) son pequeñas superficies articulares ubicadas más o menos en la cara posterolateral del cuerpo, en la unión del cuerpo con el pedículo ([fig. 4-7](#); véase también [fig. 4-4](#)). Las vértebras torácicas típicas (T2-T8) tienen dos fositas en cada lado. Una se localiza superiormente (**fosita costal superior**), y la otra, inferiormente (**fosita**

costal inferior). Aquí, las cabezas de las costillas se articulan con los cuerpos vertebrales. Típicamente, las vértebras torácicas adyacentes (T2-T8) comparten las articulaciones de las costillas. De este modo, la cabeza de una costilla individual se articula tanto con la fosita costal superior del cuerpo vertebral que corresponda según la numeración como con la fosita costal inferior de la vértebra inmediatamente superior. Debido a que cada una de estas fositas constituye la mitad de una articulación costal, suelen recibir el nombre de *hemicarillas* (del francés *demi*, que significa “mitad”). La vértebra T1 posee una fosita costal entera (en lugar de una hemicarilla superior) para la cabeza de la 1.^a costilla y una hemicarilla inferior para la mitad superior de la cabeza de la 2.^a costilla (recuerde los términos de dirección). En cuanto a las vértebras T11 y T12, estas poseen un par de fositas costales enteras (ubicadas en los pedículos, principalmente) en lugar de hemicarillas porque las cabezas de las costillas 11.^a y 12.^a solo se articulan con sus propias vértebras específicas.

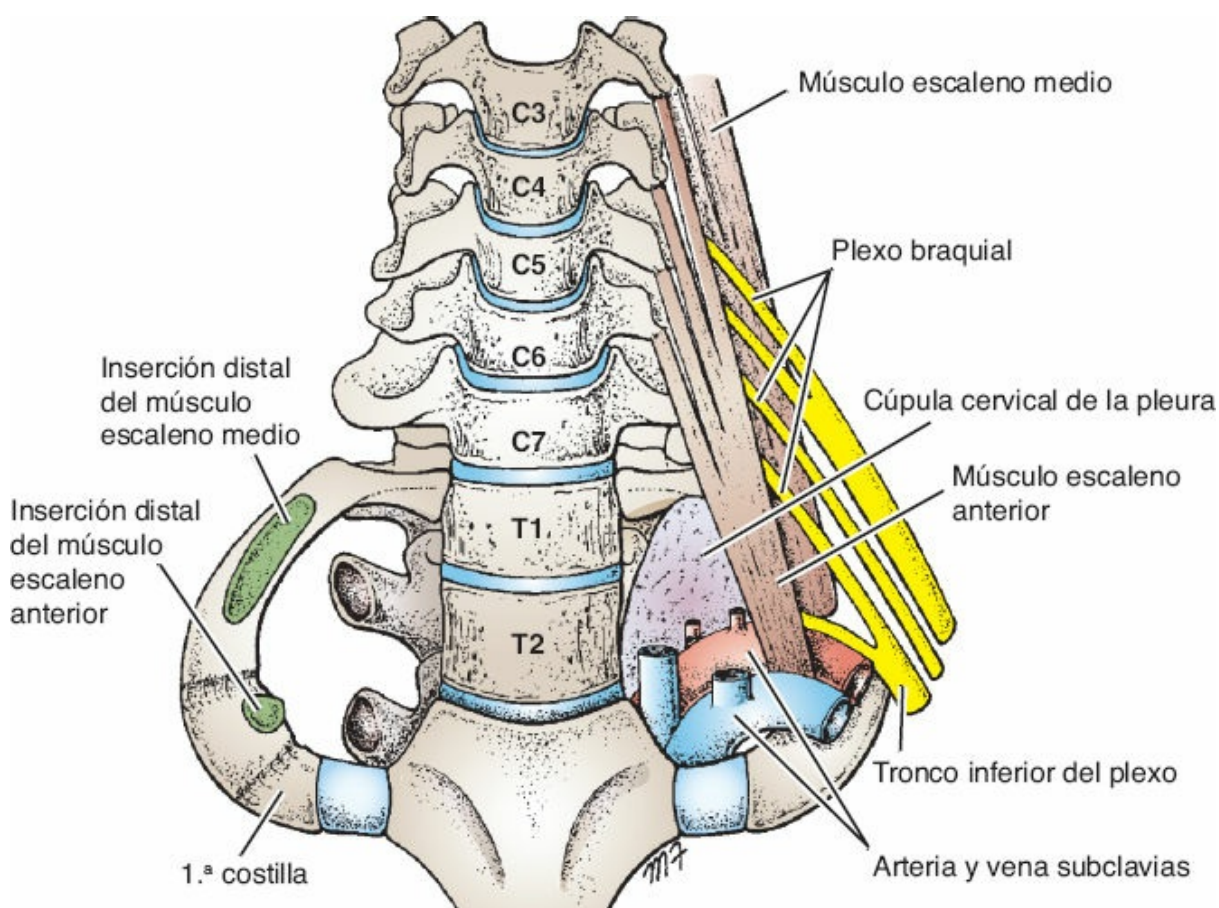


Figura 4-5 Abertura torácica, donde se aprecia la cúpula cervical de la pleura en el lado izquierdo del cuerpo y su relación con el borde interno de la 1.^a costilla. Nótese, asimismo, la presencia del plexo braquial y los vasos subclavios (los anatomistas suelen referirse a la abertura torácica como *abertura superior del tórax*).



Notas clínicas

Costilla cervical

Alrededor del 0,5% de la población posee una costilla cervical (estructura que se origina en el tubérculo anterior del proceso transverso de la séptima vértebra cervical [C7]) (fig. 4-6). En algunos casos su extremo anterior es libre, y en otros, una banda fibrosa lo une a la 1.^a costilla. También puede articularse con la 1.^a costilla. La costilla cervical adquiere relevancia porque puede ejercer presión sobre el tronco inferior del plexo braquial, que atrofia los pequeños músculos de la mano y produce dolor a lo largo de la porción medial del antebrazo y la mano. En otras ocasiones, también puede presionar la arteria subclavia, que se ubica justo por encima, lo cual entorpece la circulación en el miembro superior.

Incisión de las costillas

Los cirujanos suelen practicar incisiones de las costillas para acceder a la cavidad torácica. El procedimiento consiste en hacer una incisión longitudinal a través del periostio en la cara externa de la costilla y retirar un segmento de esta. Después se practica una segunda incisión longitudinal a lo largo del lecho costal, que constituye el revestimiento interno del periostio. Tras la cirugía, la costilla se regenera a partir de la capa osteogénica del periostio.

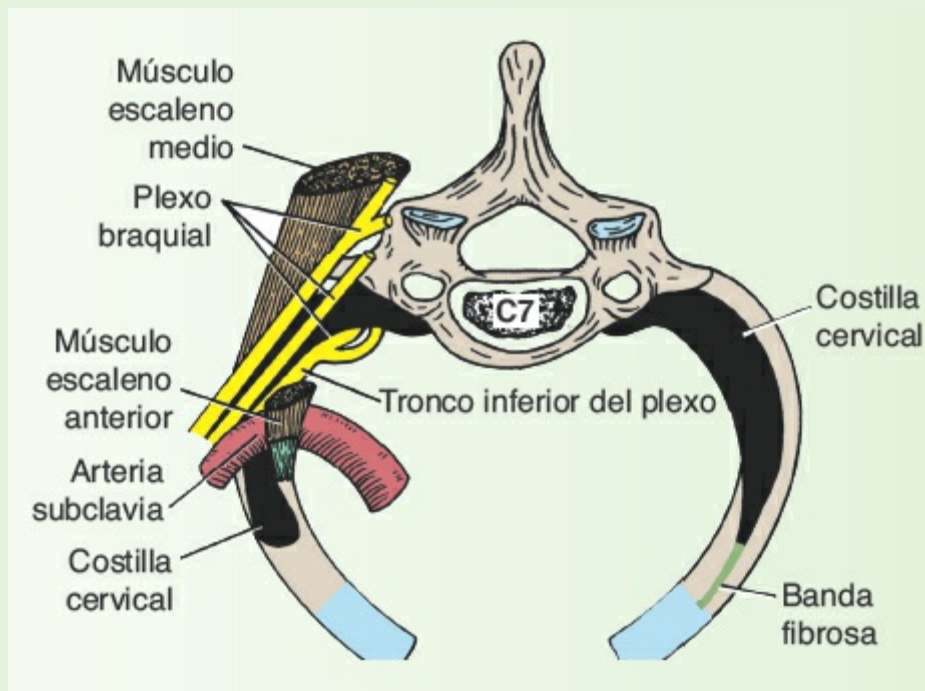


Figura 4-6 Abertura superior del tórax vista desde arriba. Nótese la presencia de las costillas cervicales (*en negro*) de ambos lados. En el lado derecho del tórax, la costilla está casi completa y se articula anteriormente con la primera costilla. En el lado izquierdo del tórax, la costilla es rudimentaria, pero continúa hacia adelante como una banda fibrosa que se une al primer cartílago costal. Nótese que la costilla cervical puede ejercer presión sobre el tronco inferior del plexo braquial y presionar también la arteria subclavia.

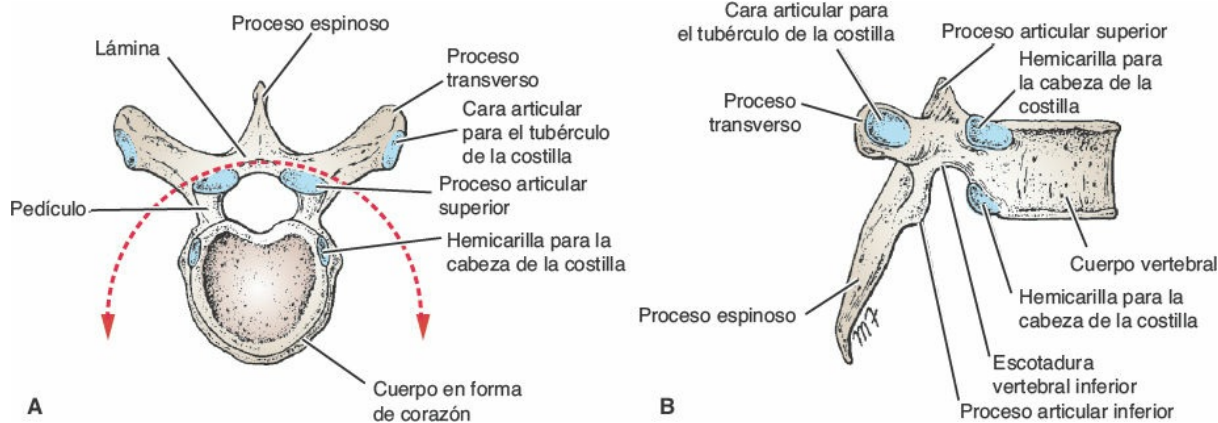


Figura 4-7 Vértebra torácica. **A.** Cara superior. **B.** Cara lateral.



Notas clínicas

Deformación de la caja torácica

Puede haber alteraciones en la forma del tórax debido a anomalías congénitas de la columna vertebral o por efecto de las costillas. Las enfermedades de la columna vertebral que producen flexión lateral o escoliosis deforman la caja torácica de modo significativo.

Lesión traumática del tórax

Las lesiones traumáticas del tórax son frecuentes, especialmente en caso de accidentes de tránsito.

Fractura del esternón

El esternón es una estructura resistente que se mantiene en su posición mediante cartílagos costales relativamente flexibles y costillas también flexibles. Por ello, las fracturas del esternón son poco frecuentes; no obstante, suelen presentarse en accidentes con vehículos que circulan a gran velocidad. Recuerde que el corazón se localiza detrás del esternón y puede sufrir una grave contusión en caso de impacto al esternón.

Traumatismo de las costillas

La lesión más frecuente a nivel de las costillas son los hematomas secundarios a traumatismos. Este doloroso fenómeno se presenta debido a una pequeña hemorragia por debajo del periostio.

Fractura de costilla

Las fracturas de costilla son lesiones torácicas habituales. En la infancia, las costillas son muy elásticas y, por ende, las fracturas en este grupo de edad son poco frecuentes. Por desgracia, la pared torácica de los niños es elástica y se comprime con facilidad, lo cual puede lesionar los pulmones y el corazón. Con el paso de los años, la caja torácica adquiere mayor rigidez gracias a los depósitos de calcio en los cartílagos costales, y las costillas se vuelven quebradizas. Estas tienden a fracturarse por su parte más débil, es decir, los ángulos.

Las costillas más propensas a fracturarse son las expuestas o relativamente fijas. Las costillas 5.^a a 10.^a son las que se fracturan con más frecuencia. La clavícula y los músculos pectorales protegen las primeras cuatro costillas anteriormente; la escápula y los músculos asociados lo hacen posteriormente. Las costillas 11.^a y 12.^a flotan y se mueven con la fuerza del impacto.

Dado que la costilla se aloja entre una estructura externa, la piel, y otra interna, la delicada pleura, no es de sorprender que los extremos filosos de una costilla fracturada puedan penetrar en los pulmones y producir neumotórax.

El intenso dolor localizado suele ser el síntoma más importante de una fractura de costilla. Los nervios intercostales por encima y por debajo de la costilla inervan el periostio de cada una de ellas. Para ayudar al paciente a respirar correctamente, en ocasiones es necesario bloquear el nervio

intercostal para aliviar el dolor.

Tórax inestable

Cuando las lesiones por compresión son muy graves, pueden fracturarse varias costillas. Si el daño se concentra en un solo lado, las fracturas afectan las zonas cercanas a los ángulos de las costillas y anteriormente cerca de las uniones costocondrales. Esto produce tórax inestable, fenómeno caracterizado por la ausencia de conexión entre una porción de la caja torácica y el resto del tórax. Si las fracturas afectan a ambos lados del esternón, este también puede quedar inestable. En ambos casos, se pierde la estabilidad del tórax y el segmento separado se retrae durante la inspiración y se expande durante la espiración, lo cual produce movimientos respiratorios paradójicos e ineficaces.

Lesión traumática en el dorso del tórax

La columna vertebral forma la pared de la línea media posterior del tórax. En casos de lesiones graves en el dorso del tórax, debe considerarse la posibilidad de fractura vertebral con lesión medular asociada. Recuérdese también la presencia de la escápula, que yace encima de las siete costillas superiores. Este hueso está cubierto de músculo y se fractura solo en casos de traumatismo grave.

Lesión traumática en las vísceras abdominales y el tórax

Es muy importante tener en cuenta que los órganos abdominales superiores, como el hígado, el estómago y el bazo, pueden lesionarse tras un traumatismo grave en el área de la caja torácica. De hecho, cualquier lesión en el tórax por debajo de la línea del pezón puede afectar órganos tanto del abdomen como del tórax.

La **fosita costal del proceso transversal** es una pequeña superficie articular en dicha estructura. Es aquí donde el tubérculo de cada costilla se articula con el proceso transversal. Esta fosita costal específica no suele estar presente en las vértebras T11 y T12 dado que las costillas 11.^a y 12.^a no se unen a los procesos transversos.

ARTICULACIONES

Numerosas articulaciones unen los distintos elementos de la caja torácica y limitan o facilitan el movimiento, según el tipo específico de articulación. Las articulaciones intervertebrales se describen en el [capítulo 2](#). En cuanto a las articulaciones esternales y costales, estas se abordan a continuación.

Articulaciones esternales

La *articulación manubrioesternal* es una articulación cartilaginosa entre el manubrio y el cuerpo del esternón. Esta articulación permite cierto grado de movimiento angular durante la respiración. La *sínfisis xifoenesternal* es una articulación cartilaginosa entre el proceso xifoides y el cuerpo del esternón. El proceso xifoides suele fundirse con el cuerpo esternal al llegar a la madurez.

Articulaciones de las cabezas de las costillas

La 1.^a costilla y las tres costillas más inferiores poseen una sola articulación sinovial que se une con el cuerpo vertebral correspondiente. En cuanto a las

costillas 2.^a a 9.^a, la cabeza de la costilla se articula con el cuerpo vertebral correspondiente y con la vértebra inmediatamente superior por medio de una articulación sinovial (véase [fig. 4-4](#)). Un fuerte ligamento intraarticular une la cabeza de la costilla con el disco intervertebral.

Articulaciones de los tubérculos de las costillas

El tubérculo de una costilla se une al proceso transversal de la vértebra correspondiente por medio de una articulación sinovial (véase [fig. 4-4](#)), que está ausente en la 11.^a y 12.^a costillas.

Articulaciones de las costillas y los cartílagos costales

Se trata de articulaciones cartilaginosas. El movimiento no es posible en tales estructuras.

Articulaciones de los cartílagos costales con el esternón

Los primeros cartílagos costales se articulan con el manubrio del esternón mediante articulaciones cartilaginosas que no permiten movimiento (véase [fig. 4-1](#)). Los cartílagos costales segundo a séptimo se unen al borde lateral del esternón por medio de articulaciones sinoviales. Además, los extremos del sexto, séptimo, octavo, noveno y décimo cartílagos costales se unen entre sí mediante pequeñas articulaciones sinoviales. Los cartílagos de la undécima y duodécima costillas no se unen al esternón, sino que se alojan en la musculatura abdominal.

Movimientos de las costillas y los cartílagos costales

Las primeras costillas, así como sus cartílagos, están fijados al manubrio y no se mueven. El ascenso y descenso de las costillas durante la respiración viene acompañado de movimientos en las articulaciones de la cabeza y el tubérculo de la costilla, lo cual permite que el cuello de cada costilla gire alrededor de su eje.

ESPACIOS TORÁCICOS

Numerosos espacios comunican el tórax con otras regiones y/o separan los huesos de la caja torácica entre sí. Dos aberturas relativamente grandes limitan la parte superior y la parte inferior del tórax, mientras que estrechos y alargados espacios intercostales separan las costillas adyacentes.

Aberturas torácicas

Un espacio estrecho conocido como **abertura superior del tórax** o **salida torácica** comunica la cavidad torácica con la raíz del cuello (véase [fig. 4-5](#)). Este orificio también recibe el nombre de **salida torácica** porque de él emergen importantes vasos y nervios procedentes del tórax para comunicarse con el cuello y los miembros superiores. El cuerpo de la vértebra T1 forma el límite posterior de la abertura superior del tórax; los bordes mediales de las primeras costillas, junto con sus cartílagos costales marcan los límites laterales, y el borde superior del manubrio del esternón constituye el límite anterior. La abertura es oblicua; mira hacia arriba y al frente, y a través de ella pasan el esófago, la tráquea y varios vasos y nervios. Debido a su inclinación anteroinferior, los vértices de los pulmones y las pleuras se proyectan hacia arriba, hacia el cuello.

La cavidad torácica se comunica con el abdomen a través de un gran orificio, llamado **abertura inferior del tórax**. El cuerpo de la vértebra T12 constituye el límite posterior de esta estructura; los bordes costales curvilíneos marcan los límites laterales y la sínfisis xifoesternal constituye el límite anterior. El diafragma cierra la abertura inferior del tórax. Las estructuras que pasan entre las cavidades torácica y abdominal (p. ej., esófago, aorta) penetran o rodean el diafragma.

Membrana suprapleural

La abertura superior del tórax transmite estructuras que pasan entre el tórax y el cuello (esófago, tráquea, vasos sanguíneos, etc.) y que, en su mayoría, se localizan cerca de la línea media del cuerpo. Una densa capa fascial llamada **membrana suprapleural** cierra la abertura superior del tórax a ambos lados de estas estructuras ([fig. 4-8](#)). Esta lámina fibrosa con aspecto de tienda se une lateralmente al borde medial de la 1.^a costilla y al primer cartílago costal; medialmente, a la fascia que reviste las estructuras que van del tórax al cuello, y, en su vértice, al extremo del proceso transversa de la vértebra C7. Protege la pleura cervical subyacente y resiste los cambios de presión intratorácica que ocurren durante los movimientos respiratorios.

Fascia endotorácica

La fascia endotorácica es una fina lámina de tejido areolar que separa la pleura parietal de la pared torácica. La membrana suprapleural es un engrosamiento de esta fascia.



Notas clínicas

Síndrome de la abertura torácica

Los nervios (C5 a C8 y T1) del plexo braquial y la arteria y vena subclavias están íntimamente ligados a la cara superior de la 1.^a costilla y a la clavícula dada la trayectoria que siguen para pasar al miembro superior (véase [fig. 4-5](#)). La obstrucción en la abertura superior del tórax puede comprimir las estructuras neurovasculares del área, padecimiento conocido como **síndrome de la abertura torácica**. La mayoría de los síntomas se deben a la presión sobre el tronco inferior del plexo, que atrofia los pequeños músculos de la mano y produce dolor a lo largo de la porción medial

del antebrazo y la mano. La presión sobre los vasos sanguíneos puede afectar la circulación en el miembro superior.

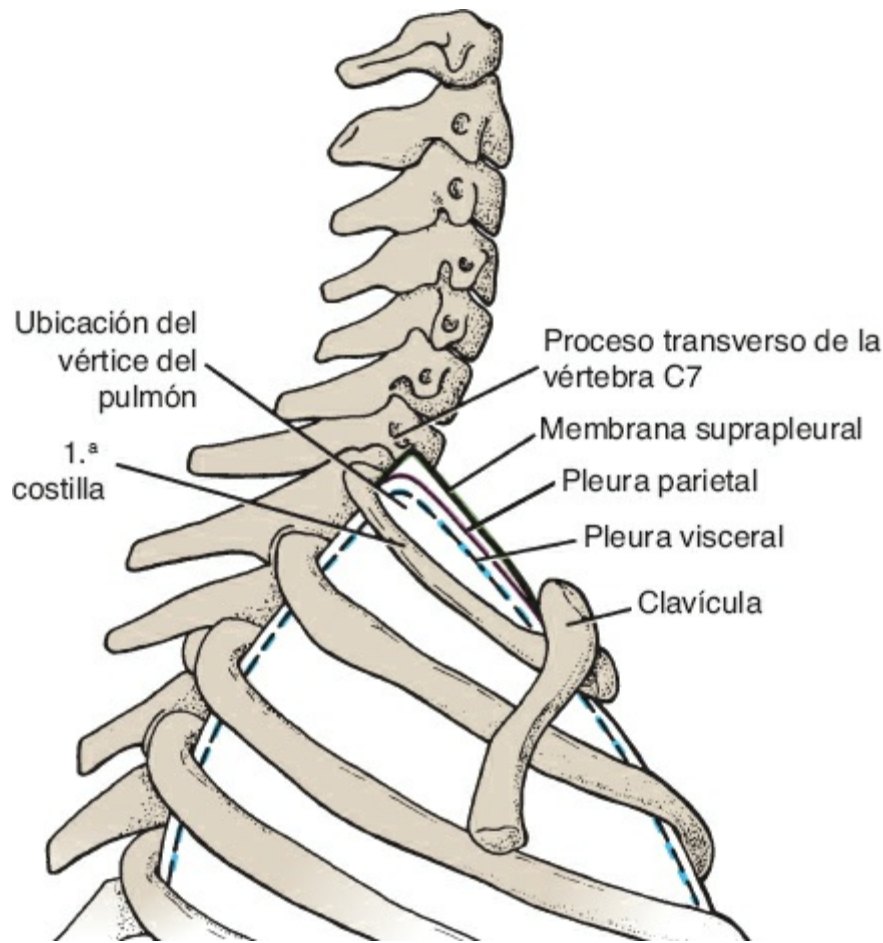


Figura 4-8 Vista lateral de la abertura superior de la caja torácica, donde se aprecia el vértice del pulmón, que se proyecta superiormente, hacia la raíz del cuello. Las capas visceral y parietal de la pleural revisten el vértice del pulmón, que está protegido por la membrana suprapleural, un engrosamiento de la fascia endotorácica.

Espacios intercostales

Los espacios intercostales son las separaciones entre costillas adyacentes. Antes de atravesar por completo el espacio intercostal, una aguja deberá penetrar siete capas estructurales (fig. 4-9), que son más pronunciadas en la cara lateral de la pared torácica. A continuación se enumeran las capas de la más superficial a la más profunda:

1. Piel
2. Fascia superficial
3. Fascia profunda
4. Músculos intercostales
5. Fascia endotorácica
6. Capa grasa extrapleural
7. Pleura parietal

En algunas regiones específicas de la pared torácica, puede haber una capa adicional de músculo (serrato anterior) que cubre la capa de músculo intercostal. Los tres músculos intercostales intervienen durante la respiración. Del más superficial al más profundo, se trata de los intercostales externos, los intercostales internos y los intercostales íntimos. El músculo intercostal íntimo está revestido interiormente por fascia endotorácica, la cual, a su vez, está revestida internamente por una capa de grasa extrapleural altamente variable y, luego, por la pleura parietal. Los nervios y vasos sanguíneos intercostales discurren entre las capas intermedia y más profunda de los músculos.

MÚSCULOS

En la [tabla 4-1](#) se presenta un resumen de los músculos de la pared torácica.

Músculos intercostales

Tres músculos ocupan los espacios entre las costillas: los intercostales externos, los intercostales internos y los intercostales íntimos. El **músculo intercostal externo** forma la capa más superficial (véase [fig. 4-9](#)). Sus fibras discurren en dirección anteroinferior desde el borde inferior de la costilla superior hasta el borde superior de la costilla inferior. El músculo se extiende en dirección anteromedial, hacia el cartílago costal, donde es reemplazado por una aponeurosis, la **membrana intercostal (anterior)** ([fig. 4-10](#)).

El **músculo intercostal interno** forma la capa intermedia (véase [fig. 4-9](#)). Sus fibras discurren en dirección inferior y posterior desde el surco de la costilla por encima hasta el borde superior de la costilla por debajo. El músculo se extiende posteriormente desde el esternón por delante hasta los ángulos de las costillas por detrás, donde el músculo es reemplazado por una aponeurosis, la **membrana intercostal interna (posterior)** (véase [fig. 4-10](#)).

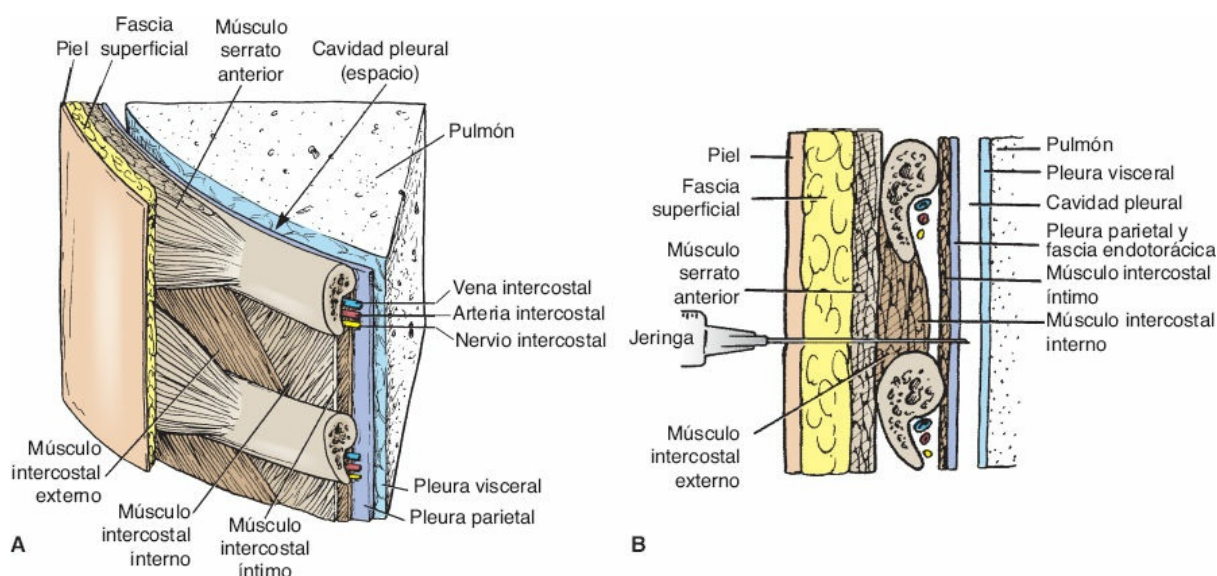


Figura 4-9 A. Sección transversal de espacio intercostal. B. Estructuras penetradas por una aguja

desde la superficie cutánea hasta la cavidad pleural. Según el sitio de penetración, la aguja traspasará los músculos pectorales además del músculo serrato anterior.

Tabla 4-1 Músculos del tórax

NOMBRE DEL MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculos intercostales externos (11) (las fibras discurren en dirección anteroinferior)	Borde inferior de la costilla	Borde superior de la costilla situada por debajo	Nervios intercostales	Estabilizan la caja torácica: con la primera costilla fija, elevan las costillas durante la inspiración, con lo que incrementan los diámetros anteroposterior y transversal del tórax.
Músculos intercostales internos (11) (las fibras discurren en dirección posteroinferior)	Borde inferior de la costilla	Borde superior de la costilla situada por debajo	Nervios intercostales	Estabilizan la caja torácica: con la última costilla fijada por medio de los músculos abdominales, hacen descender las costillas durante la espiración.
Músculos intercostales íntimos (capa incompleta)	Costillas adyacentes	Costillas adyacentes	Nervios intercostales	Potencian la función de los músculos intercostales externos e internos.
Diafragma	Proceso xifoides; seis cartílagos costales inferiores, primeras tres vértebras lumbares	Centro tendinoso	Nervio frénico	Músculo principal de la inspiración; incrementa el diámetro vertical del tórax al tirar del centro tendinoso hacia abajo; ayuda a elevar las costillas inferiores; también se activa con esfuerzos abdominales y levantamiento de pesas.
Músculos elevadores de las costillas	Punta de los procesos transversos de las vértebras C7 y T1-T11	Costilla inferior	Ramos posteriores de los nervios espinales torácicos	Elevan las costillas; tal vez propiocepción.
Músculo serrato posterior superior	Procesos espinosos de las vértebras cervicales inferiores y torácicas superiores	Costillas superiores	Nervios intercostales	Propiocepción; es posible que eleve las costillas y que participe, de este modo, en la inspiración.
Músculo serrato posterior inferior	Procesos espinosos de las vértebras lumbares superiores y torácicas inferiores	Costillas inferiores	Nervios intercostales	Propiocepción; es posible que haga descender las costillas y que participe, de este modo, en la espiración.

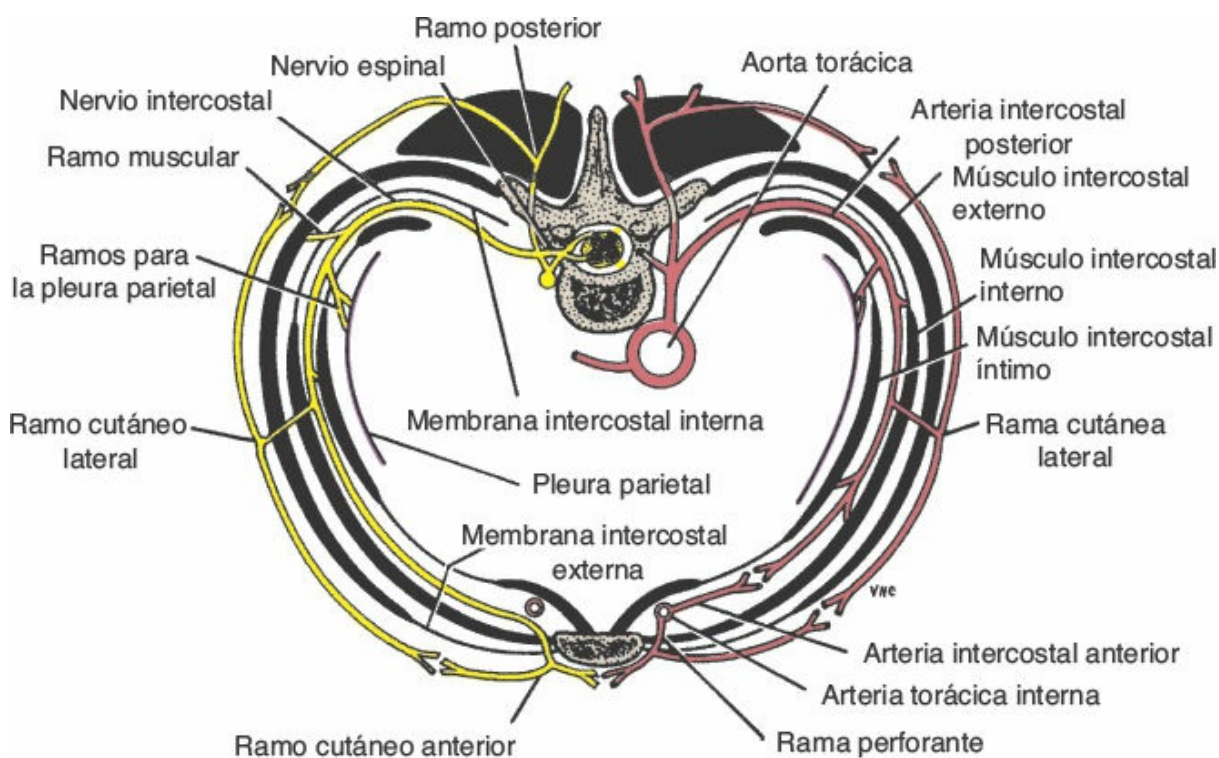


Figura 4-10 Sección transversal del tórax, donde se aprecia la distribución de un nervio intercostal típico y las arterias intercostales posterior y anterior.

El **músculo intercostal íntimo** forma la capa más profunda (véase [fig. 4-9](#)) y corresponde al músculo transverso del abdomen en la pared abdominal anterior. Se trata de una capa muscular incompleta que atraviesa más de un espacio intercostal. Está relacionado internamente con la fascia endotorácica y con la pleura parietal; externamente, con los nervios y vasos sanguíneos intercostales. El músculo intercostal íntimo puede dividirse en tres porciones, más o menos independientes entre sí (véase [fig. 4-10](#)). La porción anterior recibe el nombre de **músculo transverso del tórax**; la lateral constituye el **músculo intercostal íntimo** y la posterior, el **músculo subcostal**.

Acciones

Al parecer, la función principal de los músculos intercostales durante la respiración es la de estabilizar la posición de las costillas para mantener los espacios intercostales. Su función en el ascenso (intercostales externos) y descenso (intercostales internos) de las costillas se observa mejor durante la respiración forzada. Asimismo, el tono de los músculos intercostales durante las distintas fases de la respiración sirve para fortalecer los tejidos de los espacios intercostales, de modo que no colapsen ni se inflen en respuesta a los cambios de presión intratorácica. Para mayor detalle sobre la acción de estos músculos, véase la sección *Mecánica de la respiración* en el [capítulo 5](#).

Inervación

Los músculos intercostales reciben inervación de los nervios intercostales correspondientes. De igual forma, en la pared abdominal, los nervios y los vasos sanguíneos intercostales (paquete vasculonervioso) discurren entre las capas musculares intermedia y profunda (véanse [figs. 4-9A](#) y [4-10](#)). Están dispuestos en el siguiente orden de arriba hacia abajo: vena intercostal, arteria intercostal y nervio intercostal (VAN).

Diafragma

El *diafragma* es un delgado tabique muscular tendinoso que separa la cavidad torácica por encima de la cavidad abdominal por debajo ([fig. 4-11](#)). Las estructuras que pasan entre las cavidades torácica y abdominal (p. ej., esófago, aorta) penetran o rodean el diafragma.

El diafragma es el músculo respiratorio más importante. Tiene forma de cúpula y consta de una parte muscular periférica, que se origina en los bordes del tórax, y de un tendón ubicado en el centro. El diafragma tiene tres partes, de acuerdo con sus inserciones periféricas: la **external**, en la cara posterior del proceso xifoides; la **costal**, en las caras internas de los seis cartílagos costales inferiores y las costillas adyacentes en cada lado, y la **vertebral**, en los ligamentos arqueados, desde donde el diafragma sale en columnas verticales (pilares). El **pilar derecho** emerge en la cara lateral de los cuerpos de las tres primeras vértebras lumbares y los discos intervertebrales. El **pilar izquierdo** se

origina en la cara lateral de las primeras dos vértebras lumbares y el disco intervertebral. Lateral a los pilares, el diafragma sale de los ligamentos arqueados **medial** y **lateral**. El ligamento arqueado medial se extiende de la cara lateral del cuerpo de la segunda vértebra lumbar (L2) hasta el extremo del proceso transverso de la vértebra L1. El ligamento arqueado lateral se extiende de la punta del proceso transverso de la vértebra L1 hasta el extremo inferior de la 12.^a costilla. El **ligamento arqueado medio**, que discurre por encima de la cara anterior de la aorta, une los bordes mediales de ambos pilares.

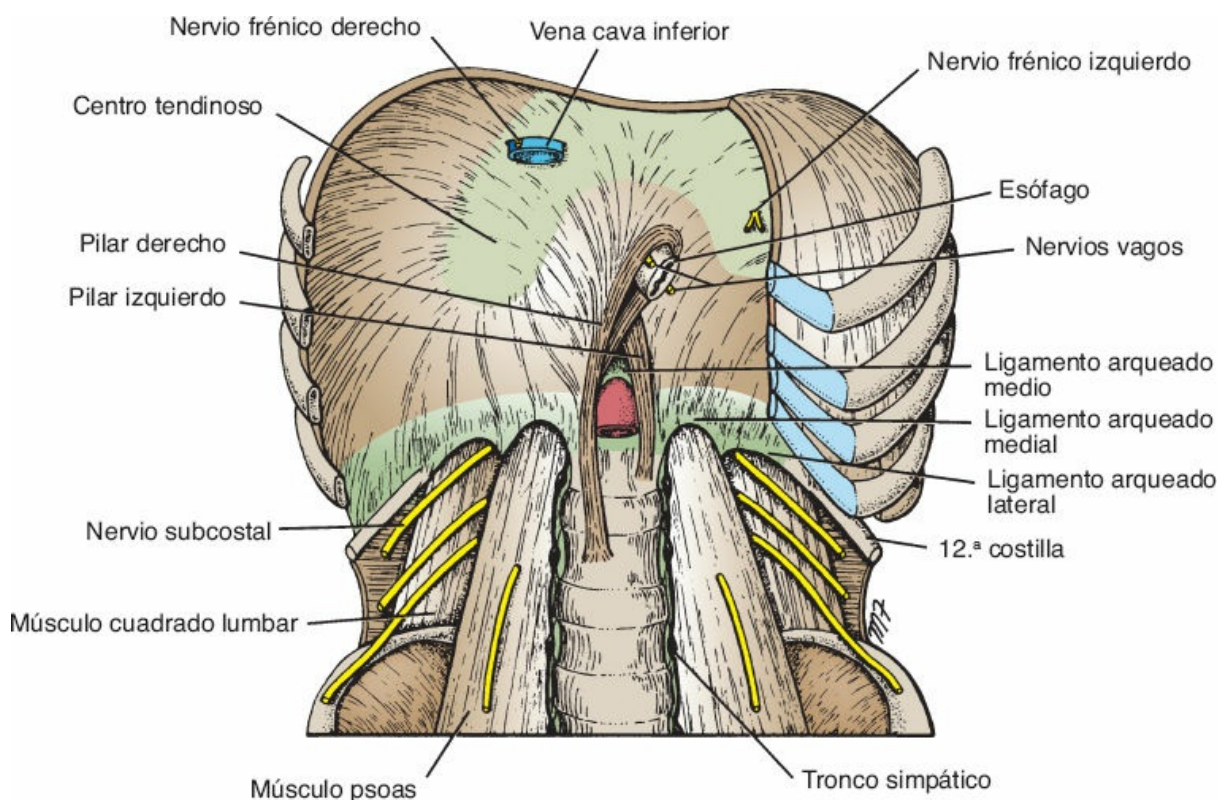


Figura 4-11 Vista inferior del diafragma. Se ha omitido la porción anterior del lado derecho. Nótese las inserciones proximales del músculo a nivel del esternón, las costillas y las vértebras, y las importantes estructuras que pasan por ahí.

El diafragma se inserta en un **centro tendinoso** de forma similar a tres hojas de árbol. La cara superior del tendón está parcialmente fusionada con la cara inferior del pericardio fibroso. Algunas de las fibras musculares del pilar derecho pasan hacia la izquierda y, al hacerlo, rodean el hiato esofágico, que queda contenido dentro de un asa de aspecto similar al de una resortera. Al parecer, estas fibras actúan como esfínter y es probable que ayuden a evitar la regurgitación de los contenidos del estómago hacia la región torácica del esófago.

Forma del diafragma

Visto desde el frente, el diafragma se curva para formar las cúpulas (*cupulae*) **derecha e izquierda**. La cúpula derecha se eleva hasta el extremo superior de la 5.^a costilla, y la izquierda, hasta el extremo inferior de la misma estructura. La

cúpula derecha es más alta que la izquierda, debido al gran tamaño del lóbulo derecho del hígado. El centro tendinoso yace a nivel de la sínfisis xifoesternal. La cúpula sostiene los pulmones derecho e izquierdo, y el centro tendinoso, al corazón. Los niveles del diafragma varían según la fase respiratoria, la postura y el grado de distensión de las vísceras abdominales. El diafragma desciende cuando la persona se localiza sentada o de pie, y asciende en posición supina o tras comer abundantemente.

Visto de lado, el diafragma tiene el aspecto de una “J” invertida; el extremo largo se extiende superiormente desde la columna vertebral, y el extremo corto se prolonga en dirección anterior, hacia el proceso xifoides (véase [fig. 4-2](#)).

Inervación del diafragma

El diafragma recibe su inervación motora de los nervios frénicos derecho e izquierdo (C3-C5). Cada nervio frénico inerva aproximadamente la mitad del diafragma. De ahí que, desde el punto de vista funcional, el diafragma se desempeñe como si se tratara de dos hemidiafragmas.

En cuanto a la inervación sensitiva, los nervios frénicos inervan la pleura parietal y el peritoneo que reviste las caras centrales del diafragma. Los seis nervios intercostales inferiores inervan la periferia del diafragma.

Acción del diafragma

Al contraerse, el diafragma tira del tendón central en dirección inferior, lo cual incrementa el diámetro vertical del tórax. Es importante tener presente que el diafragma se aplanar durante la contracción (inspiración) y se eleva durante la relajación (expiración).

Función del diafragma

El diafragma desempeña cuatro funciones principales:

- **Músculo de la inspiración.** Como se ha mencionado, al contraerse, el diafragma tira del centro tendinoso en dirección inferior, lo cual incrementa el diámetro vertical del tórax. El diafragma es el músculo más importante durante la inspiración.
- **Músculo para potenciar el esfuerzo abdominal.** La contracción del diafragma potencia el esfuerzo que hacen los músculos anterolaterales de la pared abdominal al contraerse con el propósito de elevar la presión intraabdominal durante la micción, la defecación y el parto. Inhalar profundamente y cerrar la glotis de la laringe son dos acciones que ayudan a este mecanismo. El diafragma no puede elevarse debido al aire atrapado en las vías respiratorias. De vez en cuando se escapa un poco de aire, lo cual produce un resoplido.
- **Músculo de soporte de peso.** Cuando una persona inhala profundamente y contiene el aire (fijando el diafragma en su posición), el diafragma trabaja en conjunto con la pared abdominal anterolateral para elevar la presión

intraabdominal, de tal manera que ayuda a sostener la columna vertebral y evitar que se flexione. El citado mecanismo ayuda mucho a los músculos postvertebrales en el levantamiento de cargas pesadas. No es necesario decir que, en estas circunstancias, es de fundamental importancia tener un buen control de los esfínteres de la vejiga y el conducto anal.

- **Bomba toracoabdominal.** El descenso del diafragma reduce la presión intratorácica y, al mismo tiempo, eleva la presión intraabdominal. Este cambio de presión comprime la sangre de la vena cava inferior y la impulsa hacia arriba, hacia el interior del atrio derecho del corazón. La linfa dentro de los vasos linfáticos abdominales también se comprime, y la presión intratorácica negativa ayuda a que esta circule hacia arriba, por dentro del conducto torácico. La presencia de válvulas en el interior del conducto torácico evita el flujo retrógrado.

Aberturas del diafragma

El diafragma posee tres aberturas principales (véase [fig. 4-11](#)):

- El **hiato aórtico** yace anterior al cuerpo de la vértebra T12 y entre los pilares. Por el hiato aórtico discurren la aorta, el conducto torácico y la vena ácigos. Es importante destacar que la abertura aórtica no es un orificio verdadero en el diafragma. Se trata, más bien, de un hueco por detrás del borde posterior del diafragma.
- El **hiato esofágico** yace a nivel de la vértebra T10 en un asa de fibras musculares derivadas del pilar derecho. Por el hiato esofágico discurren el esófago, los nervios vagos derecho e izquierdo, las ramas esofágicas de los vasos gástricos izquierdos y los vasos linfáticos del tercio inferior del esófago.
- El **orificio de la vena cava** se localiza a nivel de la vértebra T8, en el centro tendinoso. Sirve de paso para la vena cava inferior y los ramos terminales del nervio frénico derecho.

Además de estas aberturas, los nervios esplácnicos simpáticos penetran los pilares; los troncos simpáticos pasan posteriores al ligamento arqueado medial de cada lado, y los vasos epigástricos superiores pasan entre las inserciones esternales y costales del diafragma en cada lado.

Músculos elevadores de las costillas

Existen 12 pares de músculos elevadores de las costillas. Cada uno es de forma triangular y se inserta en la costilla por debajo de su origen. Aunque elevan las costillas, su intervención durante la respiración es cuestionable. Pueden desempeñar funciones propioceptivas.



Notas clínicas

Hipo

El *hipo* es la contracción espasmódica involuntaria del diafragma, que se acompaña de la aproximación de las cuerdas vocales y el cierre de la glotis de la laringe. Esta situación es frecuente en personas sanas y se presenta tras beber o comer como resultado de la irritación gástrica de las terminaciones del nervio vago. También puede ser un síntoma de enfermedades como pleuritis, peritonitis, pericarditis o uremia.

Parálisis diafragmática

La paralización de una sola cúpula del diafragma (hemidiafragma) es posible; basta con comprimir o seccionar el nervio frénico a nivel del cuello. Esta maniobra puede ser necesaria en el tratamiento de ciertas formas de tuberculosis pulmonar, cuando el médico considera conveniente dejar el lóbulo inferior de uno de los pulmones en reposo. En ocasiones, las fibras nerviosas provenientes del quinto nervio espinal cervical se unen con la porción terminal del nervio frénico, como un ramo del nervio para el músculo subclavio, situación conocida como **nervio frénico accesorio**. Para lograr la parálisis completa del nervio bajo estas circunstancias, también es necesario seccionar el nervio hacia el músculo subclavio. Es importante tener presente que el hemidiafragma paralizado, lejos de deprimirse (aplanarse), se eleva de modo pronunciado.

Lesiones penetrantes del diafragma

Las lesiones penetrantes del diafragma suelen producirse tras una puñalada o un impacto de bala a nivel del tórax o el abdomen. Hasta que no se demuestre lo contrario, toda herida que penetra el tórax por debajo de la línea del pezón es sospechosa de haber causado daño al diafragma. Las cúpulas arqueadas del diafragma pueden llegar hasta la 5.^a costilla (la cúpula derecha alcanza niveles incluso más elevados).



Notas embriológicas

Desarrollo del diafragma

El diafragma está formado por las siguientes estructuras: a) el **septo transverso**, que forma el músculo y el centro tendinoso; b) las dos **membranas pleuroperitoneales**, que se constituyen como los componentes más importantes de las áreas periféricas de la pleura diafragmática y el peritoneo que revisten las caras superior e inferior, respectivamente; y c) el **mesenterio dorsal del esófago**, donde se desarrollan los pilares.

El septo transverso es una masa de mesodermo que se forma en el cuello como resultado de la fusión de los miotomas de los segmentos cervicales tercero, cuarto y quinto. Al descender del cuello al tórax, el corazón empuja el septo y su inervación nerviosa en dirección caudal. De ahí que los nervios cervicales C3-C5 formen el nervio frénico, que inerva el diafragma.

Las membranas pleuroperitoneales crecen medialmente desde la pared corporal de cada lado hasta fusionarse con el septo transverso por delante del esófago y con el mesenterio dorsal por detrás de este. Durante el proceso de fusión, el mesodermo del septo transverso se extiende hacia las otras partes para formar toda la musculatura del diafragma.

El nervio motor que inerva la totalidad del músculo del diafragma es el nervio frénico. El septo transverso también forma la pleura central en la cara superior del diafragma y el peritoneo en la cara inferior; es por eso que el nervio frénico aporta la inervación sensitiva en estas áreas. La inervación sensitiva de las partes periféricas de la pleura y el peritoneo, que incluye las áreas periféricas de las caras superior e inferior del diafragma, proviene de los seis nervios torácicos inferiores. Ello es lógico debido a que la pleura periférica y el peritoneo de las membranas pleuroperitoneales se derivan de la pared corporal.

Hernias diafragmáticas

Las **hernias congénitas** se deben a la fusión incompleta del septo transversal, el mesenterio dorsal y las membranas pleuroperitoneales de la pared corporal. Las hernias suelen localizarse en los siguientes sitios: a) conducto pleuroperitoneal (más frecuente en el lado izquierdo; debida a fallos en la fusión del septo transversal con la membrana pleuroperitoneal), b) la abertura entre los orígenes xifoide y costal del diafragma, y c) el hiato esofágico.

Las **hernias adquiridas** pueden aparecer en la madurez, y afectan a personas con musculatura débil alrededor del hiato esofágico en el diafragma. Estas hernias pueden ser por deslizamiento (hiatales) o paraesofágicas (fig. 4-12).

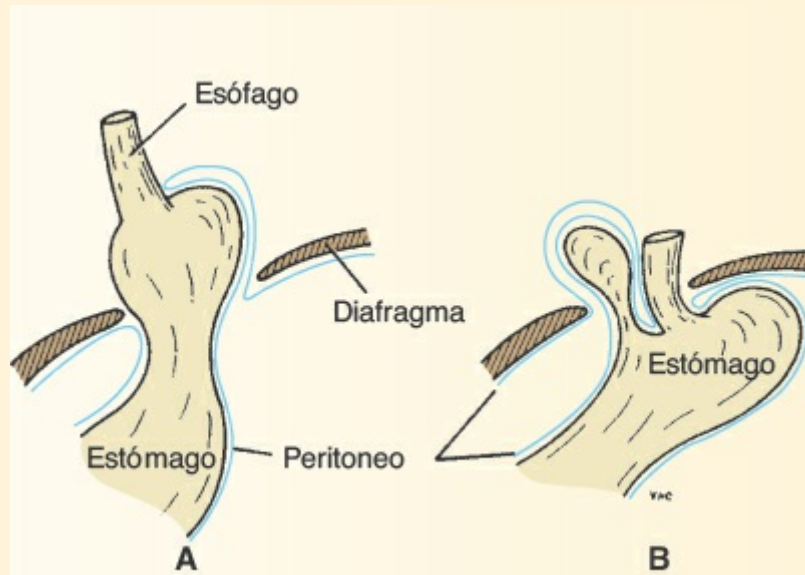


Figura 4-12 A. Hernia esofágica por deslizamiento B. Hernia paraesofágica.

Músculos serratos posteriores

Los músculos **serrato posterior superior** y **serrato posterior inferior** son planos y delgados, y constituyen la capa muscular intermedia del dorso (véase cap. 2). El serrato posterior superior se extiende en dirección lateral inferior y su inserción distal se localiza en las costillas superiores. El serrato posterior inferior discurre en dirección lateral superior y su inserción distal se localiza en las costillas inferiores. Ambos están inervados por los nervios intercostales adyacentes.

Ambos músculos se han relacionado tradicionalmente con la respiración dada su alineación: al músculo superior se le atribuye la función de elevar las costillas durante la inspiración, y al músculo inferior, la de hacer descender dichos huesos durante la exhalación. Sin embargo, de acuerdo con estudios más recientes, ambos músculos desempeñan tareas propioceptivas más que motoras.

NERVIOS

Los **nervios intercostales** inervan toda la pared torácica. Estos nervios son los ramos anteriores de los primeros once nervios espinales torácicos (fig. 4-13; véase también fig. 4-10). El ramo anterior del duodécimo nervio torácico,

conocido como ***nervio subcostal***, yace en el abdomen y discurre en dirección anterior en la pared abdominal.

Cada nervio intercostal entra en un espacio intercostal entre la pleura parietal y la membrana intercostal interna (véanse figs. 4-9 y 4-10). Después continúa inferiormente hacia los vasos intercostales en el surco subcostal de la costilla correspondiente, entre los músculos intercostales íntimo e interno (fig. 4-14; véanse también figs. 4-9 y 4-10). Los primeros seis nervios se distribuyen dentro de sus espacios intercostales. Los nervios intercostales séptimo, octavo y noveno abandonan los extremos anteriores de sus espacios intercostales, pasan por detrás de los cartílagos costales y entran en la pared abdominal anterior. Los nervios décimo y undécimo penetran directamente en la pared abdominal.

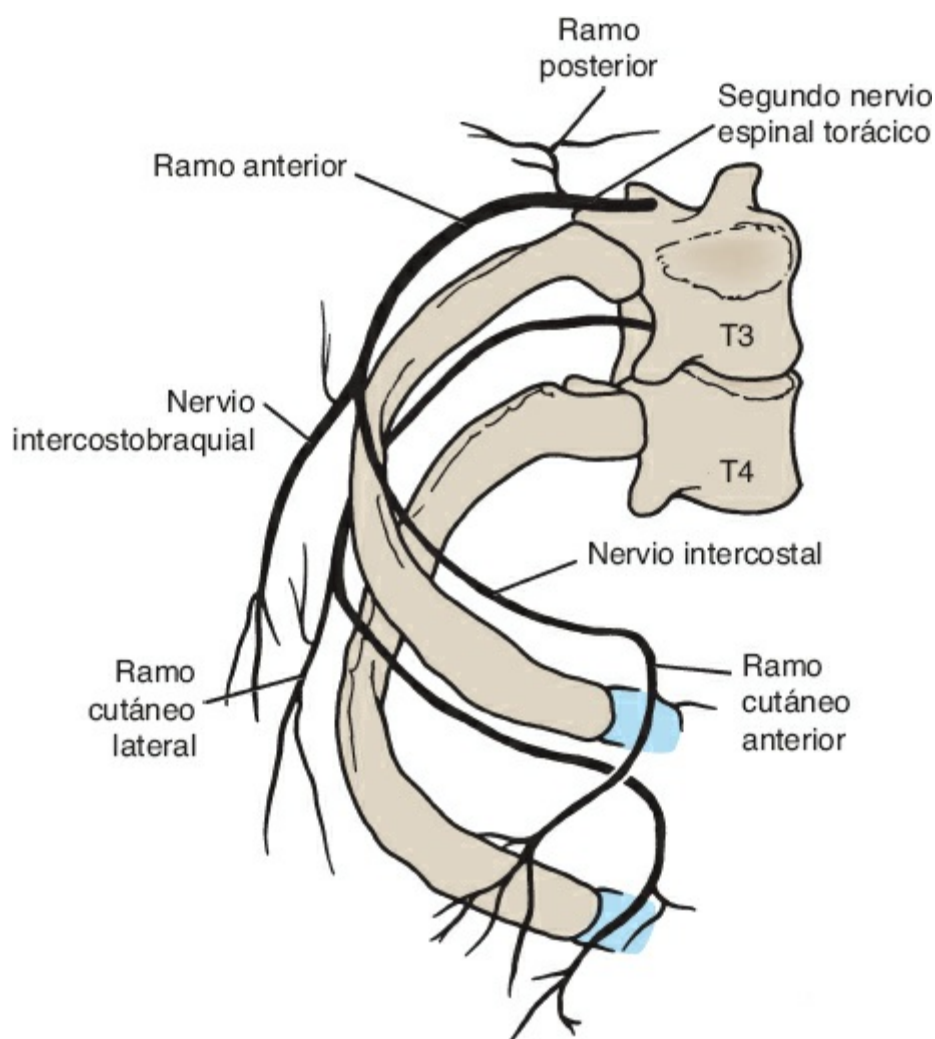


Figura 4-13 Distribución de los dos nervios intercostales en relación con la caja torácica.

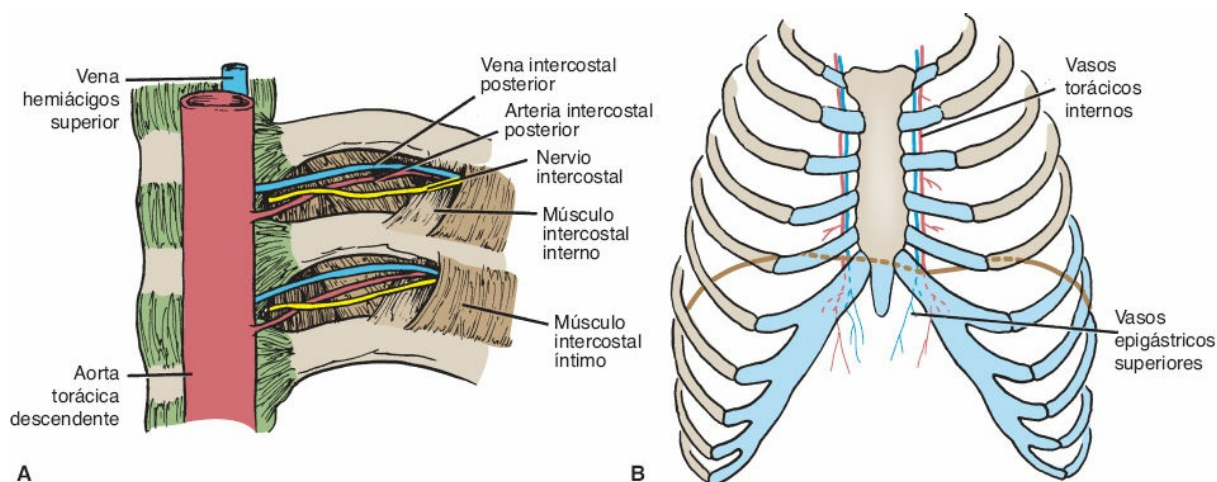


Figura 4-14 A. Vista interna del extremo posterior de dos espacios intercostales típicos; la membrana intercostal interna se ha omitido para mayor claridad. B. Vista anterior del tórax, donde se aprecia la trayectoria de los vasos torácicos internos. Estos vasos descienden a un través de dedo, aproximadamente, desde el margen lateral del esternón.

Ramos

Véanse las figs. 4-10 y 4-13.

- Los **ramos comunicantes** conectan el nervio intercostal a un ganglio del tronco simpático (véase fig. 1-22). Los ramos gris y blanco son adyacentes.
- El **ramo colateral** se extiende inferiormente hacia el nervio principal ubicado en el borde superior de la costilla inmediatamente por debajo.
- El **ramo cutáneo lateral** alcanza la piel ubicada en la pared lateral del tórax. Se divide en los ramos anterior y posterior.
- El **ramo cutáneo anterior**, que constituye la porción terminal del tronco principal, alcanza la piel cerca de la línea media. Se divide en los ramos medial y lateral.
- Los **ramos musculares** inervan y siguen la trayectoria de los músculos intercostales.
- Los **ramos sensitivos pleurales** se dirigen hacia la pleura parietal.
- Los **ramos sensitivos peritoneales** (solo los nervios intercostales 7 a 11) se dirigen hacia el peritoneo parietal.

El **primer nervio intercostal** se une al plexo braquial a través de un gran ramo, que es equivalente al ramo cutáneo lateral de los nervios intercostales típicos. El resto del primer nervio intercostal es pequeño. Este nervio no tiene un ramo cutáneo anterior.

El **segundo nervio intercostal** se une al nervio cutáneo medial del brazo mediante un gran ramo conocido como **nervio intercostobraquial** (véase fig. 3-11), que es el equivalente al ramo cutáneo lateral de otros nervios. Así, el segundo nervio intercostal inerva la piel de la axila y las caras medial y posterior del brazo. Los pacientes con coronariopatía refieren dolor a lo largo de este, hacia la cara medial del brazo.

Con las excepciones señaladas, los primeros seis nervios intercostales inervan la piel y la pleura parietal que cubren las caras externa e interna de cada espacio intercostal, respectivamente, así como los músculos intercostales de cada espacio intercostal y los músculos elevadores de las costillas y serratos posteriores.

Asimismo, los nervios intercostales séptimo a undécimo inervan la piel y el peritoneo parietal, que cubren las caras externa e interna de la pared abdominal, respectivamente, así como los músculos anterolaterales de la pared abdominal (incluyendo los músculos oblicuo externo, oblicuo interno, transverso del abdomen y recto abdominal).

VASCULARIZACIÓN

La **arteria subclavia**, la **arteria axilar** y la **aorta torácica** irrigan las paredes torácicas. La arteria subclavia irriga a través de sus ramas **intercostal suprema (superior)** y **torácica interna**; y la arteria axilar, mediante sus ramas **torácica superior** y **torácica lateral**. Por otro lado, la aorta torácica se divide en las ramas **intercostal posterior** y **subcostal**.

Arteria torácica interna

La arteria torácica interna irriga la pared anterior del cuerpo, desde la clavícula hasta el ombligo. Es una rama de la primera porción de la arteria subclavia en el cuello. Desciende verticalmente sobre la pleura, por detrás de los cartílagos costales, un través de dedo lateral al esternón, y finaliza en el sexto espacio intercostal, donde se divide en las arterias epigástrica superior y musculofrénica (véanse [figs. 4-10](#) y [4-14B](#)).

Ramas

- Dos **arterias intercostales anteriores** irrigan los seis espacios intercostales superiores.
- Las **arterias perforantes** discurren junto con los ramos terminales de los nervios intercostales correspondientes.
- La **arteria pericardiofrénica** acompaña al nervio frénico e irriga el pericardio.
- Las **arterias mediastínicas** irrigan los contenidos del mediastino anterior (p. ej., el timo).



Notas clínicas

Inervación de la piel de la pared torácica y dolor referido

Los nervios supraclaviculares (C3 y C4) proporcionan la inervación cutánea de la pared torácica anterior por encima del nivel del ángulo del esternón. Por debajo de este nivel, los ramos cutáneos anterior y lateral de los nervios intercostales inervan bandas oblicuas de piel en una secuencia regular. Los ramos posteriores de los nervios espinales inervan la piel de la cara posterior de la pared torácica. La distribución de los dermatomas se muestra en las [figuras 1-24](#) y [1-25](#).

Un nervio intercostal no se limita a inervar áreas de la piel; también inerva las costillas, los cartílagos costales, los músculos intercostales y la pleura parietal que reviste el espacio intercostal. Además, los nervios intercostales séptimo a undécimo abandonan la pared torácica y entran en la pared abdominal anterior para inervar dermatomas y músculos de la pared abdominal anterior y el peritoneo parietal. Esto último es muy importante desde el punto de vista clínico, pues el dolor en un dermatoma que se extiende a lo largo del borde costal hacia el interior de la pared abdominal anterior puede ser síntoma de una enfermedad en la pared torácica. Por ejemplo, una tromboembolia pulmonar o una neumonía con pleuritis que afecta la pleura parietal costal podría producir dolor abdominal, dolor a la palpación y rigidez de la musculatura abdominal. En estos casos, el dolor abdominal recibe el nombre de *dolor referido*.

Herpes zóster

El herpes zóster es un padecimiento relativamente frecuente atribuible a la reactivación del virus varicela zóster, que permanece latente en pacientes con antecedentes de varicela. La lesión produce inflamación y degeneración de las neuronas sensitivas en un nervio craneal o espinal, así como vesículas en la piel e inflamación cutánea. En el tórax, el primer síntoma es una banda de dolor dermatómico que coincide con la distribución de las neuronas sensitivas de un nervio espinal torácico; días después aparece una erupción cutánea. La enfermedad afecta, principalmente, a los pacientes mayores de 50 años de edad.



Notas clínicas

Bloqueo de nervio intercostal

La piel y la pleura parietal revisten las caras externa e interna, respectivamente, de cada espacio intercostal. Los nervios intercostales séptimo a undécimo inervan la piel y el peritoneo parietal, que cubren las caras externa e interna, respectivamente, de la pared abdominal anterolateral. Por esta razón, el bloqueo de nervio intercostal producirá un efecto anestésico en todas esas áreas. Asimismo, se anestesia el periostio de las costillas adyacentes.

Indicaciones

El bloqueo de nervio intercostal está indicado en la reparación de laceraciones de la pared torácica y abdominal, para aliviar el dolor en caso de fractura de costilla, y para atenuar el dolor atribuible a los movimientos respiratorios.

Procedimiento

Para producir analgesia en las paredes anteriores y laterales del tórax y el abdomen, el nervio intercostal debe bloquearse antes del nacimiento del ramo cutáneo lateral en la línea axilar media. Las costillas pueden identificarse contando de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba a partir de la segunda (a nivel del ángulo del esternón) o 12.^a costilla, según corresponda. La aguja se dirige hacia la costilla cerca del borde inferior (véase fig. 4-9B) y la punta se inserta hasta alcanzar el surco subcostal, donde se infiltra el anestésico local alrededor del nervio. El orden de las estructuras alojadas en el haz neurovascular, de arriba hacia abajo, es el siguiente: vena, arteria y nervio intercostales. Estas estructuras se localizan entre la membrana intercostal interna del músculo intercostal interno y la pleura parietal (véanse figs. 4-9 y 4-10). Lateralmente, el nervio yace entre los músculos intercostales interno e íntimo (véase fig. 4-14A).

Anatomía de las complicaciones

Entre las complicaciones se incluyen neumotórax y hemorragia. El **neumotórax** puede presentarse cuando la punta de la aguja no queda en el surco subcostal, sino que penetra demasiado profundamente a través de la pleura parietal. La **hemorragia** sobreviene por la punción de los vasos sanguíneos intercostales. Esta es una complicación frecuente y, por ello, siempre debe aspirarse el área antes de inyectar el anestésico. Puede originarse un pequeño hematoma.

- La **arteria epigástrica superior** entra en la vaina de los rectos de la pared anterior abdominal e irriga el músculo recto hasta el ombligo.
- La **arteria musculofrénica** se extiende a lo largo del arco costal del diafragma e irriga los espacios intercostales inferiores y el diafragma.

Vena torácica interna

La vena torácica interna acompaña a la arteria torácica interna y drena en las venas braquiocefálicas, que se ubican a ambos lados.

Arterias y venas intercostales

Cada espacio intercostal aloja una gran arteria intercostal posterior y un par de pequeñas arterias intercostales anteriores (*véanse* [figs. 4-10](#) y [4-14A](#)).

- Las **arterias intercostales posteriores** de los dos primeros espacios son ramas de la arteria intercostal suprema, que a su vez es rama del tronco costocervical de la arteria subclavia. Las arterias intercostales posteriores de los nueve espacios inferiores son ramas de la aorta torácica descendente.
- Las **arterias intercostales anteriores** de los primeros seis espacios son ramas de la arteria torácica interna, que se origina en la primera porción de la arteria subclavia. Las arterias intercostales anteriores de los espacios inferiores son ramas de la arteria musculofrénica, una de las ramas terminales de la arteria torácica interna.

Cada arteria intercostal se divide en ramas que irrigan músculos, piel y la pleura parietal. En la mujer, las ramas de las estructuras superficiales son más grandes a nivel de las mamas. Las arterias intercostales anteriores y posteriores suelen formar anastomosis entre sí cerca de las uniones costocondrales.

Las **venas intercostales posteriores** correspondientes drenan posteriormente en las venas **ácigos** o **hemiácigos** ([fig. 4-15](#); *véase también* [fig. 4-14A](#)). Por otro lado, las **venas intercostales anteriores** drenan en las venas torácica interna y musculofrénica.

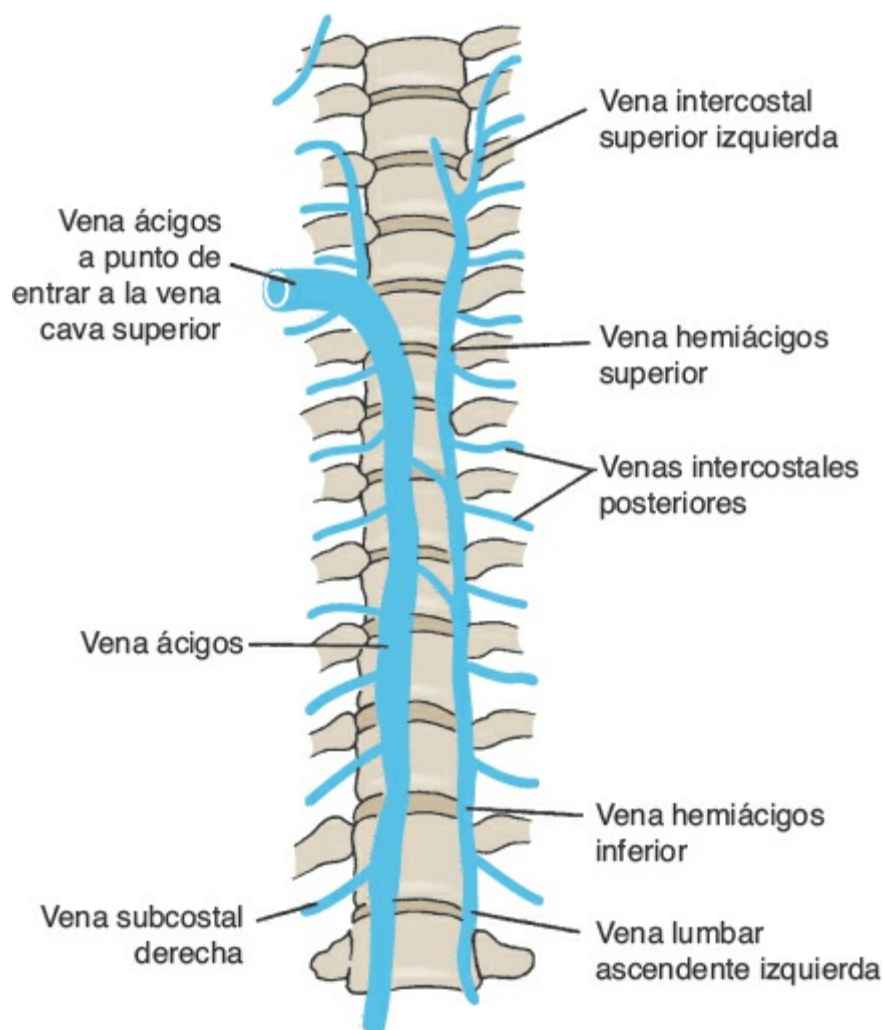


Figura 4-15 Disposición habitual de la vena ácigos, la vena hemiácigos superior (hemiácigos accesoria) y la vena hemiácigos inferior (hemiácigos).



Notas clínicas

Arteria torácica interna en el tratamiento de la coronariopatía

En los pacientes con enfermedad coronaria oclusiva secundaria a aterosclerosis, es posible colocar un injerto para derivar la circulación del segmento arterial afectado. El injerto más utilizado suele provenir de la vena safena mayor de la pierna. No obstante, en algunos pacientes el miocardio puede revascularizarse mediante una intervención quirúrgica durante la cual se mueve una de las arterias torácicas internas y se une el extremo distal seccionado a la arteria coronaria.

Anastomosis arteriales

Las arterias intercostales anteriores (ramas de la arteria subclavia a través de las arterias torácica interna y musculofrénica) y las nueve arterias intercostales posteriores inferiores (ramas de la aorta torácica) suelen formar anastomosis entre sí cerca de las uniones costochondrales (véase [fig. 4-10](#)). Estas importantes conexiones originan vías circulatorias colaterales que tienen el potencial de permitir que la sangre siga circulando en caso de obstrucciones en la arteria torácica o en la porción proximal de la arteria subclavia. Estas anastomosis desempeñan un papel destacado, pues permiten rodear zonas constreñidas en caso de coartación posductal de la aorta (estrechamiento de la aorta distal a la inserción del conducto arterioso).

Drenaje linfático de la pared torácica

El drenaje linfático de la piel de la pared torácica anterior pasa a los **nódulos linfáticos axilares anteriores**; el drenaje correspondiente de la pared torácica posterior pasa a los **nódulos linfáticos axilares posteriores** (fig. 4-16). El drenaje linfático de los espacios intercostales discurre anteriormente hacia los **nódulos torácicos internos**, localizados a lo largo de la arteria torácica interna, y posteriormente hacia los **nódulos intercostales posteriores** y los **nódulos paraaórticos** en el mediastino posterior. El drenaje linfático de la mama se describe en el [capítulo 3](#).

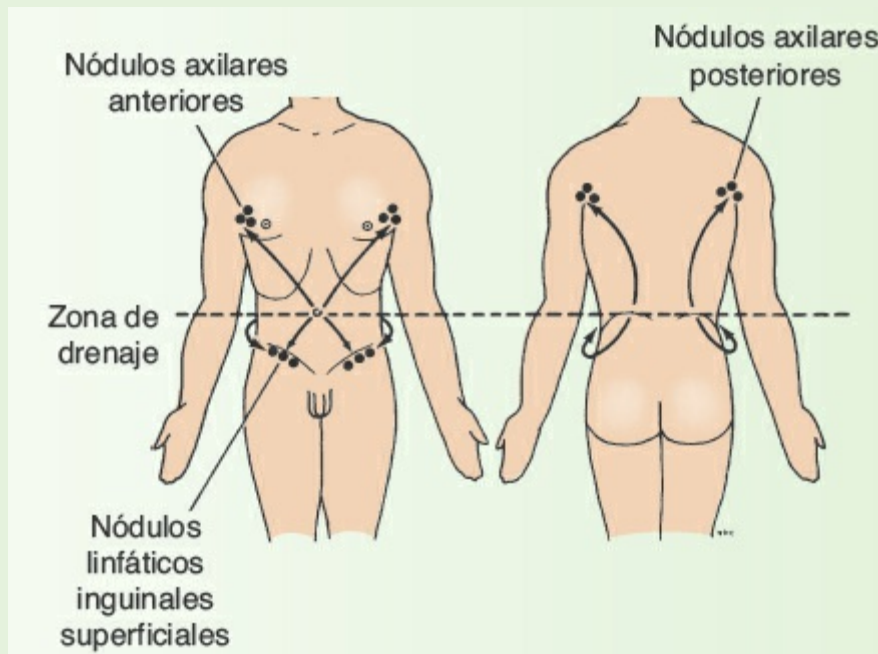


Figura 4-16 Drenaje linfático de la piel del tórax y el abdomen. Nótese que los niveles del ombligo, en la cara anterior, y las crestas ilíacas, en la cara posterior, se consideran zonas de drenaje linfático.



Notas clínicas

Toracostomía con aguja

Durante este procedimiento se emplea una aguja para crear y mantener una abertura en la cavidad torácica. La maniobra se practica en pacientes con neumotórax a tensión (presencia de aire en la cavidad pleural bajo presión) o para extraer líquido (sangre o pus) de la cavidad pleural y permitir, con ello, que el pulmón vuelva a expandirse. También se utiliza para extraer una muestra de líquido pleural para análisis microbiológicos.

Abordaje anterior

Durante el abordaje anterior, el paciente se coloca en posición supina. Se identifica el ángulo del esternón; después, se ubica el segundo cartílago costal, la 2.^a costilla y el segundo espacio intercostal en la línea medioclavicular.

Abordaje lateral

Durante el abordaje lateral, el paciente yace sobre uno de sus costados. Se identifica el segundo espacio intercostal, tal y como en el caso mencionado arriba, pero se usa la línea axilar anterior. La piel se prepara como de costumbre y se aplica el anestésico local a lo largo de la trayectoria de la aguja, sobre el borde superior de la 3.^a costilla. La aguja de la toracostomía atravesará las siguientes

estructuras a su paso por la pared torácica (véase [fig. 4-9B](#)): a) piel, b) fascia superficial (en el abordaje anterior, se penetran entonces los músculos pectorales), c) músculo serrato anterior, d) músculo intercostal externo, e) músculo intercostal interno, f) músculo intercostal íntimo, g) fascia endotorácica y h) pleura parietal. La aguja debe mantenerse cerca del borde superior de la 3.^a costilla para no lesionar el nervio y los vasos intercostales en el surco subcostal.

Toracostomía con cánula

El sitio de inserción preferido al practicar una toracostomía con cánula es el cuarto o quinto espacio intercostal sobre la línea axilar anterior ([fig. 4-17](#)). El tubo se introduce por una pequeña incisión. El haz neurovascular modifica su relación con las costillas al moverse anteriormente en el espacio intercostal. En la parte más posterior del espacio, el haz yace en medio del espacio intercostal. A medida que se desplaza anteriormente hacia el ángulo de la costilla, el haz se acerca al surco de la costilla por encima del borde inferior de la costilla superior, y mantiene esa posición mientras se mueve hacia adelante.

La introducción de una cánula o aguja de toracostomía a través de los espacios intercostales inferiores es posible siempre y cuando se recuerde la presencia de las cúpulas del diafragma, que se curvan hacia arriba dentro de la caja torácica hasta alcanzar la 5.^a costilla (a más altura en el caso de la cúpula derecha). Evite lesionar el diafragma o penetrar en la cavidad peritoneal y dañar el hígado, el bazo o el estómago.

Toracotomía

La toracotomía consiste en hacer una incisión a través de la pared torácica para penetrar el espacio pleural. Este procedimiento podría salvar la vida de pacientes con lesiones torácicas penetrantes que producen hemorragias intratorácicas incontrolables. Tras preparar la piel como de costumbre, el médico practica una incisión sobre el cuarto o quinto espacio intercostal, la cual se extiende desde el margen lateral del esternón hasta la línea axilar anterior ([fig. 4-18](#)). La incisión puede hacerse hacia la derecha o la izquierda; todo dependerá del sitio de la lesión. Para acceder al corazón y la aorta, se entra por el lado izquierdo del tórax. La incisión incluirá las siguientes estructuras (véase [fig. 4-17](#)): a) piel, b) tejido subcutáneo, c) músculos serrato anterior y pectoral, d) músculo intercostal externo y membrana intercostal externa, e) músculo intercostal interno, f) músculo intercostal íntimo, g) fascia endotorácica y h) pleura parietal. Resulta fundamental no tocar la arteria torácica interna, que discurre verticalmente hacia abajo por detrás de los cartílagos costales, aproximadamente a un través de dedo lateral del borde del esternón; evite también tocar el nervio y los vasos intercostales, que se extienden anteriormente en el surco subcostal, en la región superior del espacio intercostal.

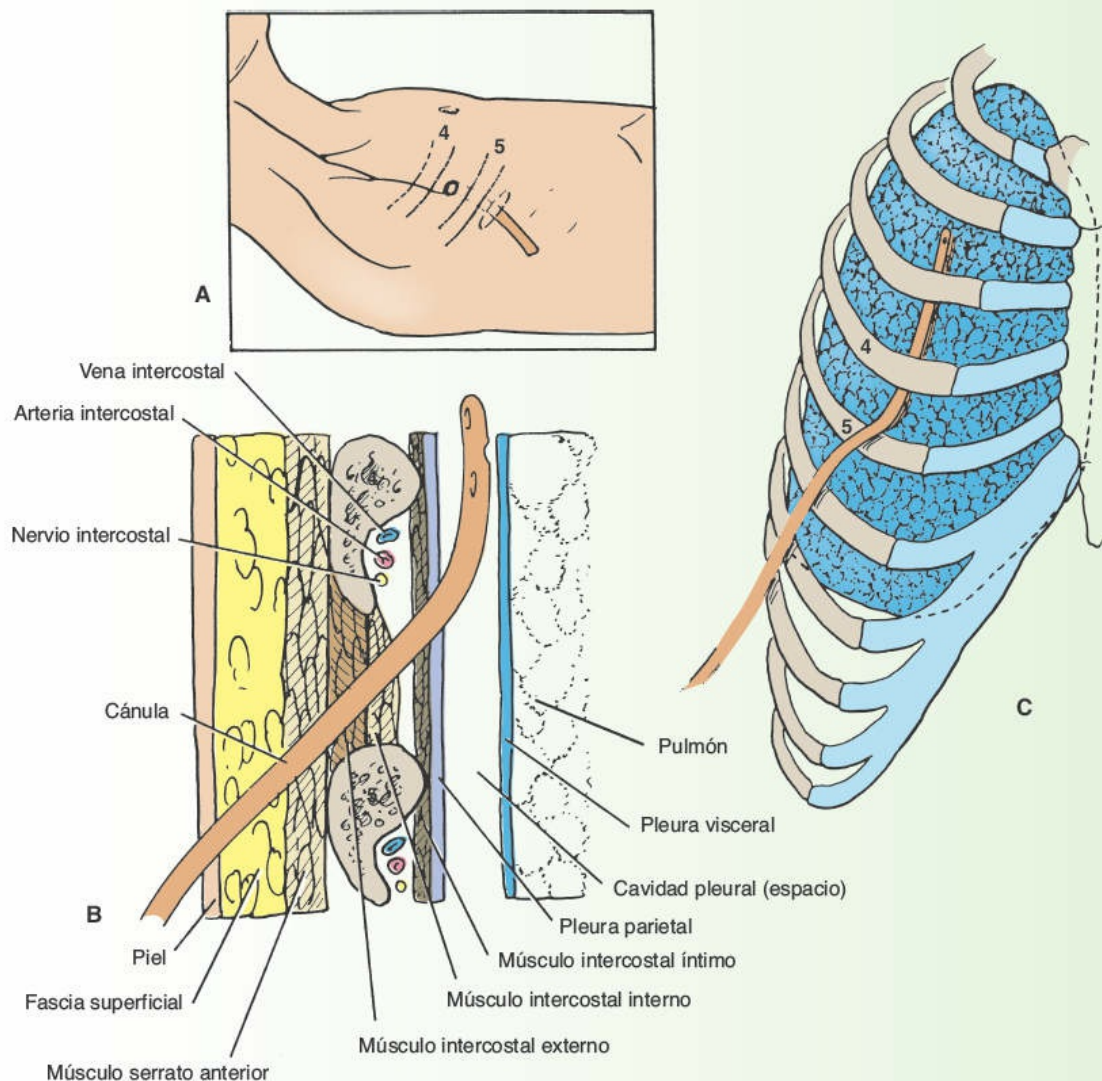


Figura 4-17 Toracostomía con cánula. **A.** Sitio de inserción de la cánula sobre la línea axilar anterior. La incisión cutánea suele hacerse sobre el espacio intercostal inmediatamente por debajo del espacio que se pretende penetrar. **B.** Distintas capas de tejido atravesadas con el bisturí y, después, con la cánula a su paso a través de la pared torácica para entrar en la cavidad pleural (espacio). La incisión a lo largo del espacio intercostal se practica cerca del borde superior de la costilla para no lesionar ni el nervio ni los vasos intercostales. **C.** La cánula avanza en dirección superoposterior dentro del espacio pleural.

Cambios anatómicos y fisiológicos que afectan el tórax de los adultos mayores

Con el paso de los años, el tórax sufre algunos cambios anatómicos y fisiológicos.

- La caja torácica se torna más rígida y menos elástica dada la calcificación, e incluso la osificación, de los cartílagos costales. Ello también altera su aspecto radiográfico habitual.
- La postura encorvada (cifosis), fenómeno frecuente entre adultos mayores que puede atribuirse a la degeneración de los discos o cuerpos intervertebrales, disminuye la capacidad torácica.
- La atrofia de los músculos torácicos y abdominales por falta de uso se traduce en movimientos respiratorios deficientes.

- La degeneración del tejido elástico en los pulmones y bronquios dificulta el movimiento de espiración.

Cuando estos cambios son graves, reducen la eficiencia de los movimientos respiratorios e inciden negativamente sobre la capacidad de un individuo de hacer frente a enfermedades respiratorias.

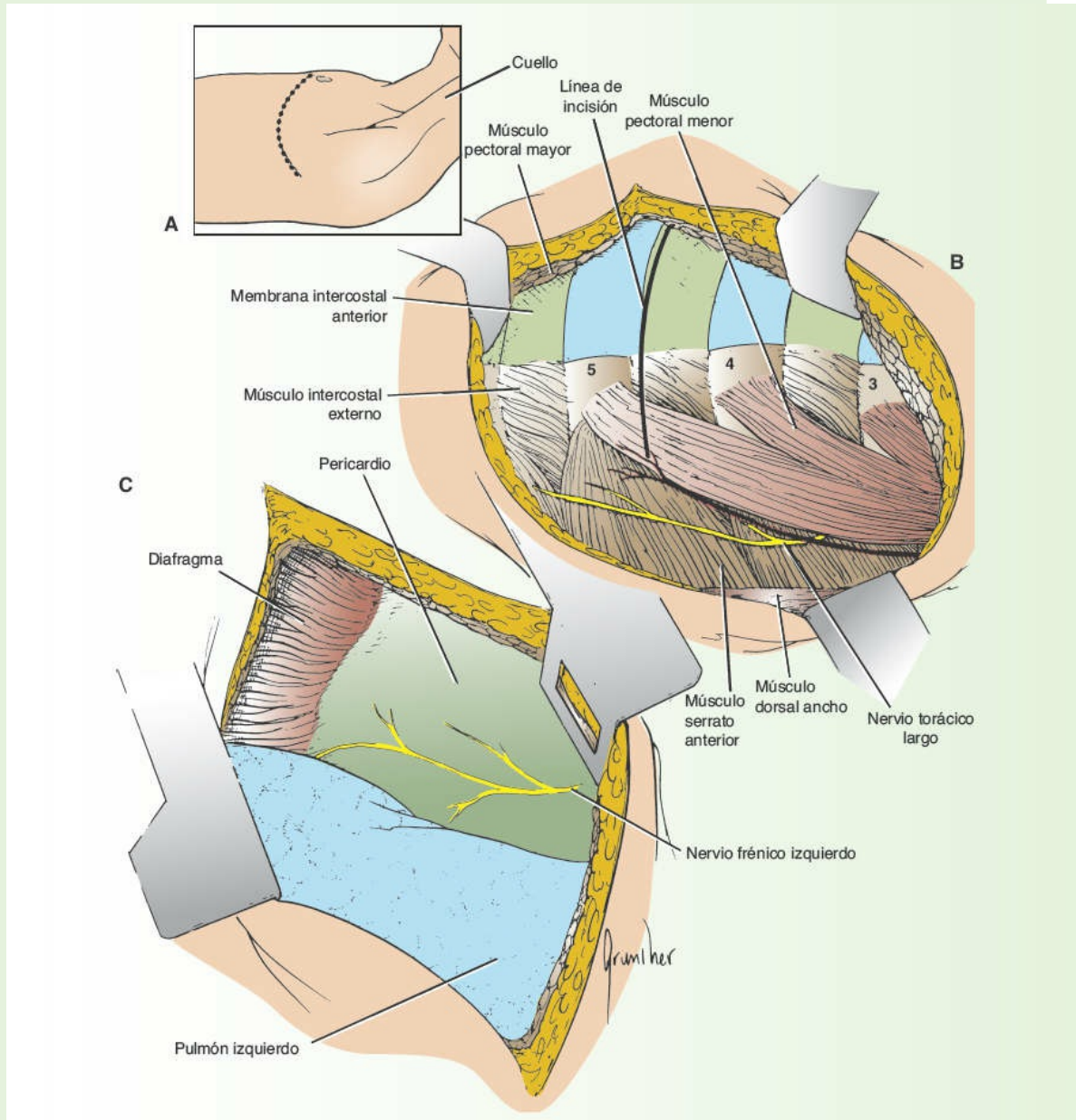


Figura 4-18 Toracotomía izquierda. **A.** Sitio de la incisión cutánea sobre el cuarto o quinto espacio intercostal. **B.** Costillas expuestas y músculos asociados. La línea de incisión a lo largo del espacio intercostal debe situarse cerca del borde superior de la costilla para no lesionar ni el nervio ni los vasos intercostales. **C.** Espacio pleural abierto y lado izquierdo del mediastino expuesto. El nervio frénico descende sobre el pericardio por debajo de la pleura mediastínica. El pulmón izquierdo colapsado debe moverse para poder visualizar el mediastino.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

Esta información puede consultarse en el [capítulo 5](#), *Cavidad torácica*.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Consulte las [figuras 4-19 a 4-26](#).

Pared torácica anterior

La **incisura yugular (supraesternal)** se ubica en el borde superior del manubrio del esternón y se identifica fácilmente al tacto entre los extremos mediales prominentes de la clavícula, sobre la línea media. Se localiza frente a la columna, a nivel del borde inferior del cuerpo de la vértebra T2 (véase [fig. 4-2](#)).

El **ángulo del esternón** (de Louis) es el ángulo que se forma entre el manubrio y el cuerpo del esternón. Se localiza frente al disco intervertebral que separa las vértebras T4 y T5 (véase [fig. 4-2](#)). El ángulo del esternón puede palparse fácilmente y por lo general su aspecto es similar al de una cresta transversa. El movimiento de los dedos a la derecha o a la izquierda permite identificar el segundo cartílago costal y luego la 2.^a costilla. Todas las costillas deben contarse desde este punto. En ciertas ocasiones, cuando se trata de hombres muy musculosos, los grandes músculos pectorales pueden ocultar las costillas y los espacios intercostales. En esos casos, resulta más fácil contar hacia arriba desde la 12.^a costilla. En cuanto a la **sínfisis xifoesternal**, se trata de una estructura que se localiza entre el proceso xifoides del esternón y el cuerpo del esternón (véase [fig. 4-21](#)). Se localiza frente a la columna, a nivel del cuerpo de la vértebra T9 (véase [fig. 4-2](#)).

El **ángulo subcostal** se localiza en el extremo inferior del esternón, entre las uniones esternales de los séptimos cartílagos costales (véase [fig. 4-21](#)).

El **arco costal** constituye el margen inferior del tórax y está formado por los cartílagos de las costillas 7.^a, 8.^a, 9.^a y 10.^a y los extremos de los cartílagos undécimo y duodécimo (véanse [figs. 4-19 y 4-20](#)). La porción más inferior del arco costal está formada por la 10.^a costilla y yace a nivel de la vértebra L3.

La **clavícula** es subcutánea en toda su extensión y puede palparse fácilmente. En su extremo lateral, se articula con el proceso acromial de la escápula.

Costillas

La 1.^a costilla yace posterior a la clavícula y no es posible palparla. Presionar con los dedos hacia arriba, a nivel de la axila, y deslizarlos inferiormente sobre la superficie lateral de la pared torácica permite sentir las superficies laterales del resto de las costillas. La 12.^a costilla puede utilizarse para identificar una costilla en particular contando desde abajo hacia arriba. No obstante, en algunas personas, la 12.^a costilla es muy pequeña y difícil de palpar. En esos casos, es conveniente emplear otro método para identificar las costillas, que consiste en palpar primero el ángulo del esternón y el segundo cartílago costal.

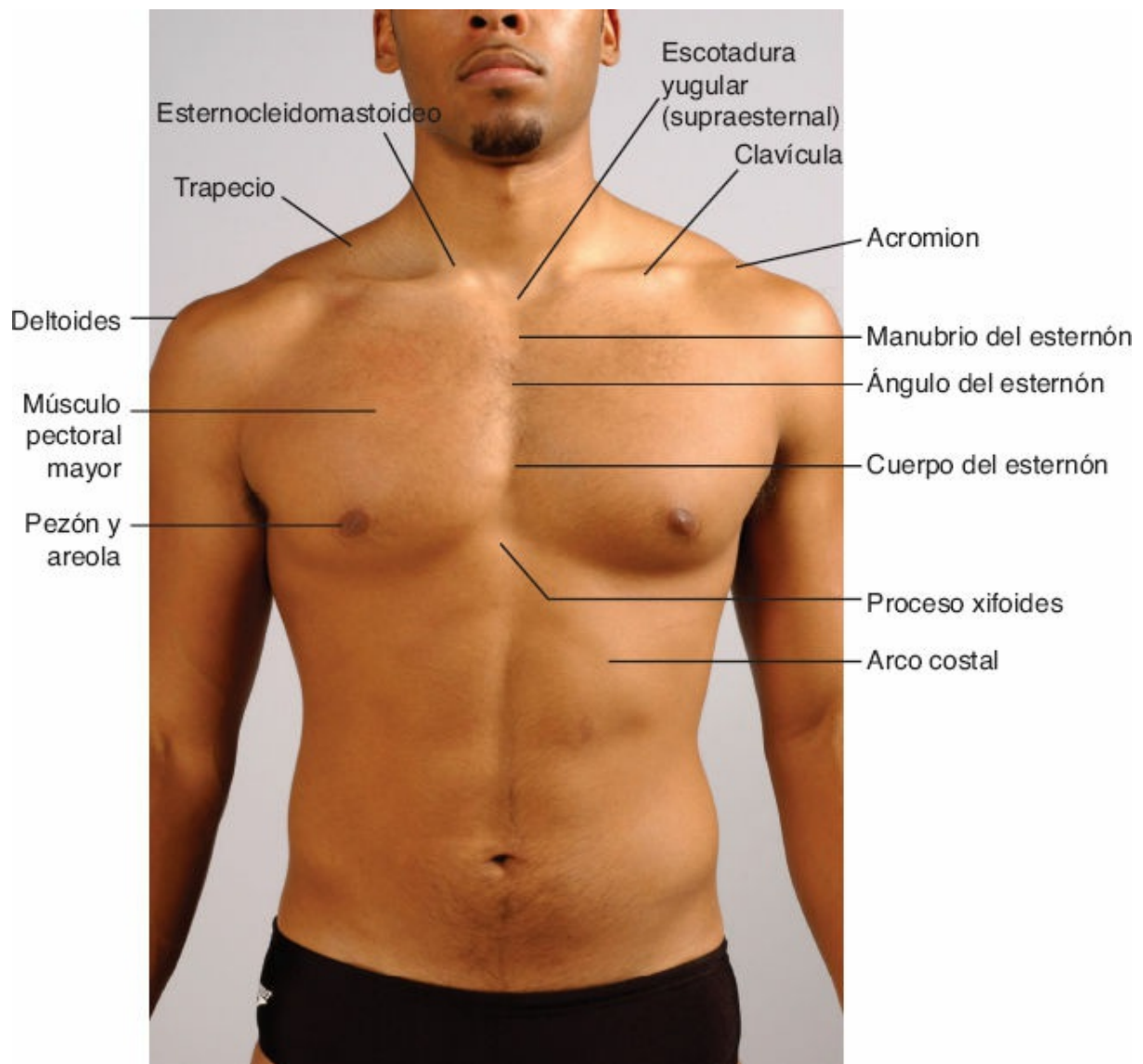
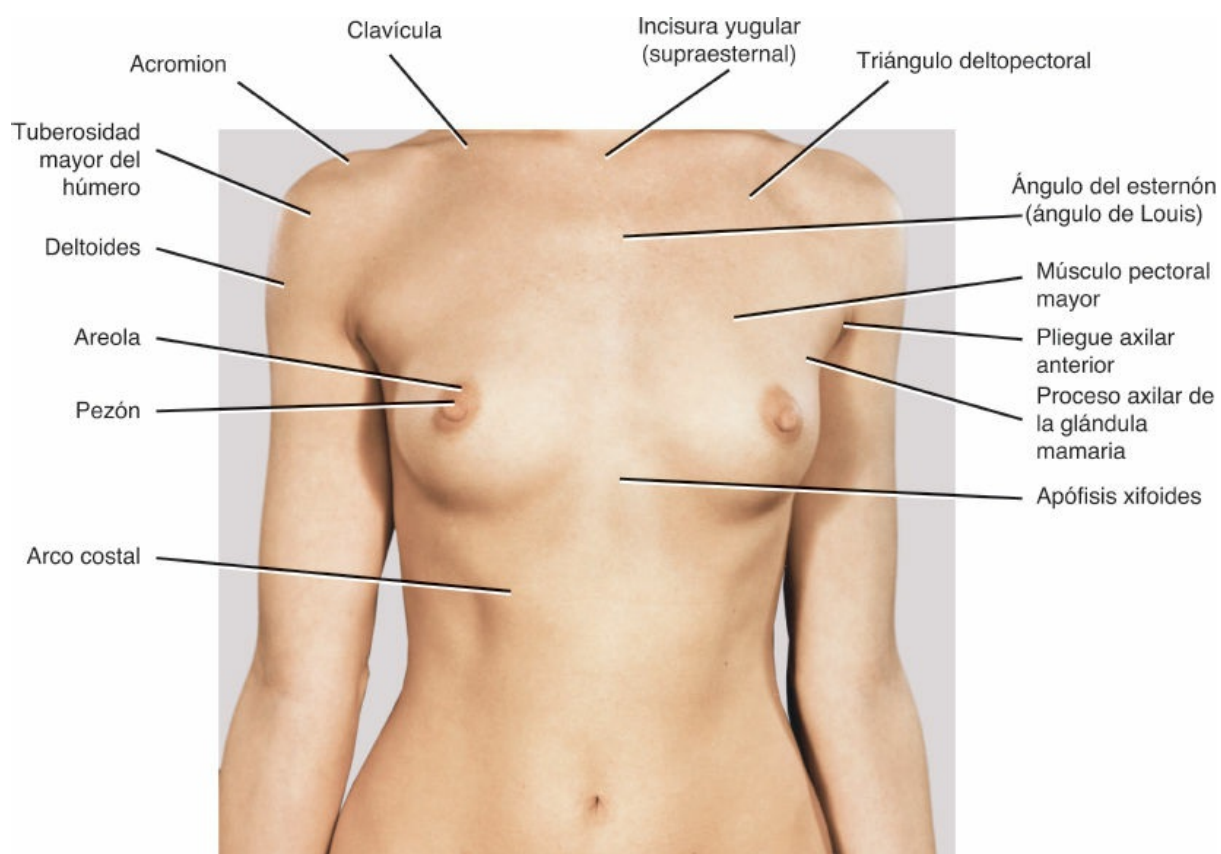


Figura 4-19 Vista anterior del tórax en un hombre joven.



A

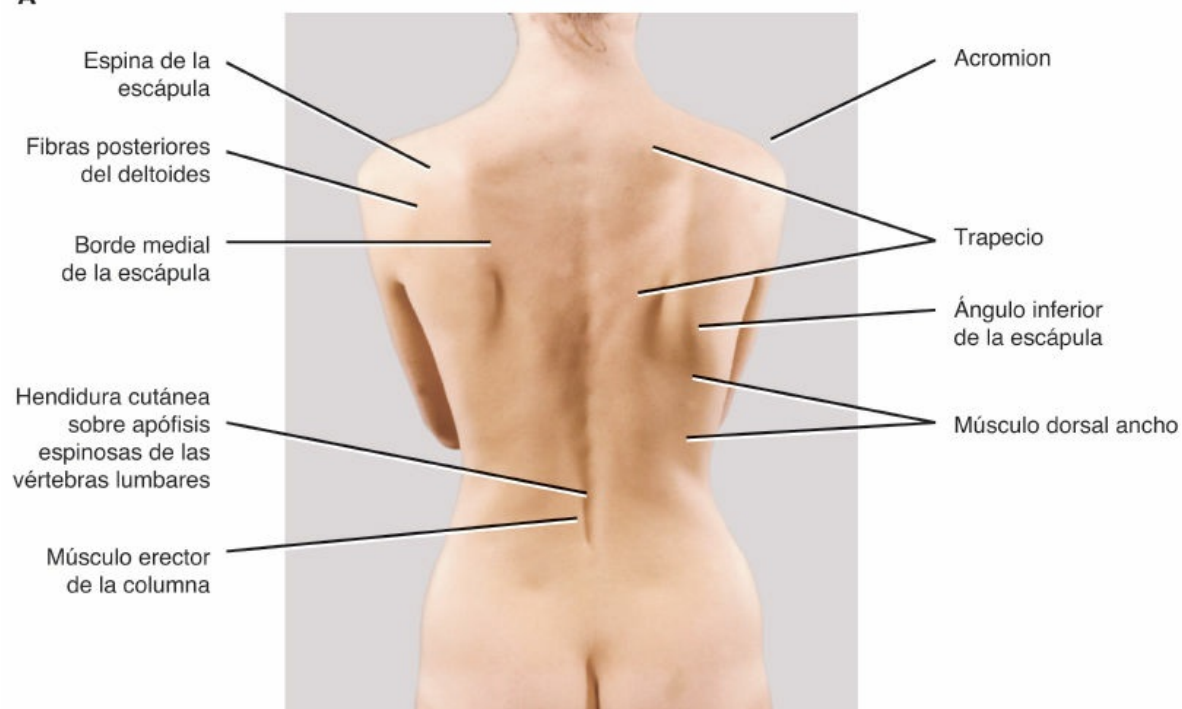


Figura 4-20 Vistas (A) anterior y (B) posterior del tórax en una mujer joven.

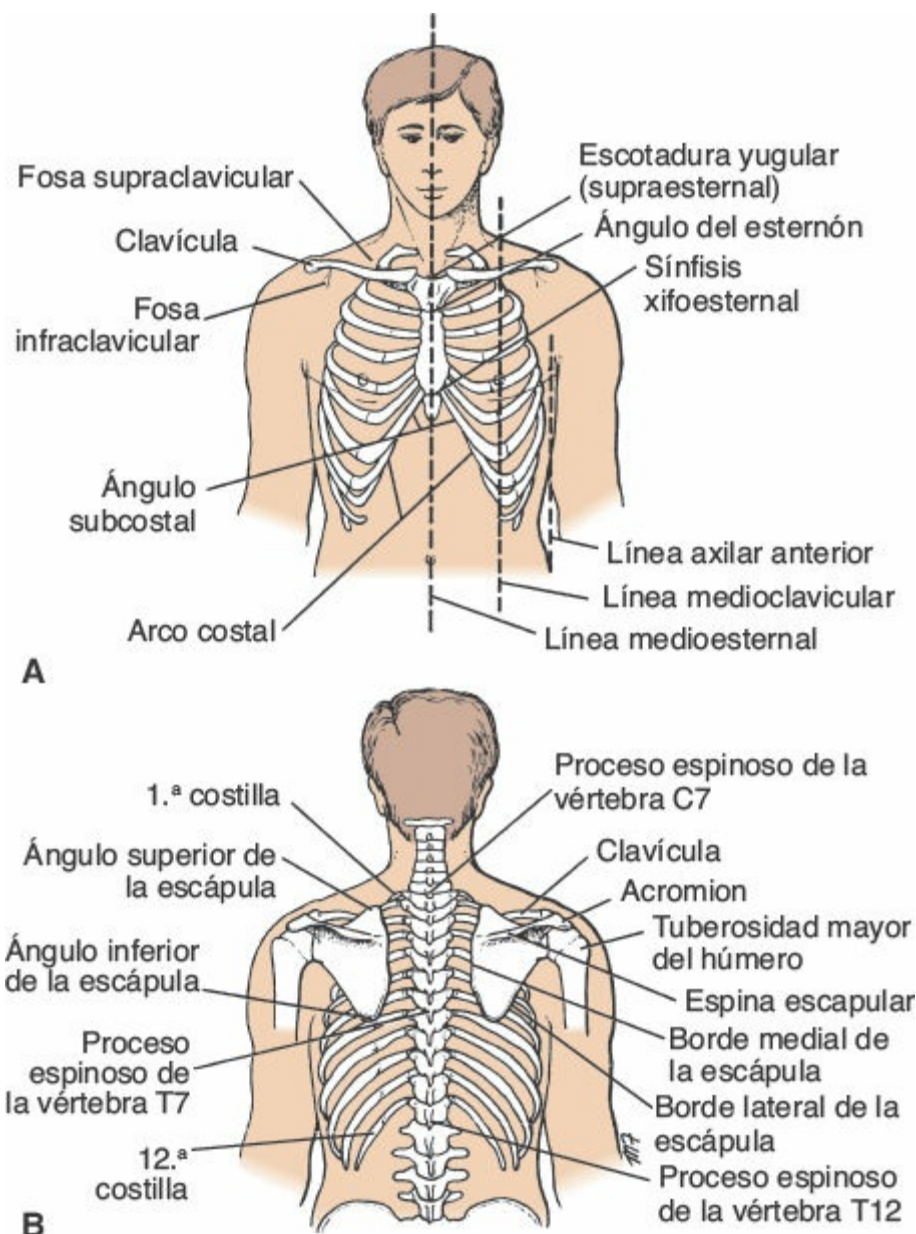


Figura 4-21 Puntos de referencia superficiales de las paredes torácicas (A) anterior y (B) posterior.

Diafragma

El centro tendinoso del diafragma se localiza justo posterior a la sínfisis xifoesternal. A la mitad de la respiración, el extremo de la cúpula derecha del diafragma se arquea superiormente hasta alcanzar el borde superior de la 5.^a costilla en la línea medioclavicular; por otro lado, la cúpula izquierda solo alcanza el borde inferior de la 5.^a costilla.

Pezón

En el hombre, el pezón suele ubicarse en el cuarto espacio intercostal, a aproximadamente 10 cm de la línea media. En la mujer, la posición es variable. No obstante, el dermatoma T4 siempre atraviesa el pezón en ambos sexos, con

independencia de la forma del pecho.

Latido a nivel del vértice cardíaco

La porción inferior del ventrículo izquierdo forma la punta (el vértice) del corazón. Cuando el corazón se contrae, la punta de este órgano se proyecta anteriormente contra la pared torácica, lo cual origina el latido de la punta (el corazón se proyecta hacia adelante con cada contracción ventricular debido a que el ventrículo izquierdo expulsa sangre hacia la aorta; la fuerza de la sangre en la aorta tiende a enderezar ligeramente la aorta (típicamente curvada), empujando así el corazón en dirección anterior. Para identificar el latido de la punta del corazón, por lo general basta con colocar la mano plana sobre la pared torácica a nivel del corazón. Una vez identificada el área de pulsación cardíaca, el latido de la punta puede localizarse con precisión colocando dos dedos sobre los espacios intercostales y moviéndolos hasta encontrar el punto de máxima pulsación. El latido de la punta suele localizarse en el espacio intercostal izquierdo quinto, a unos 9 cm de la línea media anterior del tórax. En caso de dificultad para encontrar el latido, pida al paciente que se incline hacia adelante en posición de sedestación.



Notas clínicas

Identificación de las costillas y los cartílagos costales

Durante la exploración de la cara anterior del tórax, el ángulo del esternón es un importante punto de referencia. Es fácil ubicarlo mediante la palpación y suele identificarse visualmente gracias a la presencia de un borde transverso. El movimiento de los dedos a la derecha o a la izquierda permite identificar el segundo cartílago y luego la 2.^a costilla. Las demás costillas pueden contarse desde este punto. En general, resulta sencillo identificar la 12.^a costilla en la cara posterior del cuerpo; no obstante, en algunas personas obesas esta maniobra puede ser más complicada.

En una mujer con ptosis mamaria, el médico elevará cuidadosamente la mama izquierda con los dedos mientras palpa los espacios intercostales.

Pliegues axilares

El borde inferior del músculo pectoral mayor forma el **pliegue axilar anterior** (véanse [figs. 4-19](#) y [4-20A](#)). Para lograr que esta estructura sobresalga, pida al paciente que coloque la mano sobre la cadera y presione fuerte. Al pasar por el extremo inferior del músculo redondo mayor, el tendón del músculo dorsal ancho forma el **pliegue axilar posterior** (véase [fig. 4-20B](#)).

Pared torácica posterior

Los **procesos espinosos** de las vértebras torácicas son palpables en la línea

media posterior (fig. 4-22; véanse también figs. 4-20B y 4-21B). El dedo índice se coloca sobre la piel en la línea media sobre la cara posterior del cuello y se desliza inferiormente en el surco nuchal. El primer proceso espinoso que podrá identificarse es el de la vértebra C7 (**vértebra prominente**). Los procesos espinosos superpuestos de las vértebras torácicas se localizan por debajo de este nivel. Un ligamento grande, el **ligamento nuchal**, cubre los procesos espinosos de las vértebras C1 a C6. Nótese que la punta del proceso espinoso de una vértebra torácica se ubica posterior al cuerpo de la vértebra inmediatamente inferior.

La **escápula** (omóplato) es un hueso plano y triangular ubicado en la región superior de la cara posterior del tórax. El **ángulo superior** se localiza frente al proceso espinoso de la vértebra T2. La **espina** de la escápula es subcutánea, y la raíz de la espina yace a nivel del proceso espinoso de la vértebra T3. El **ángulo inferior** se localiza a nivel del proceso espinoso de la vértebra T7.



Notas clínicas

Exploración clínica del tórax

Como médico, tendrá que explorar el tórax para identificar signos de enfermedad. El procedimiento incluirá inspección, palpación, percusión y auscultación. En la **inspección**, se evalúa la configuración del tórax, la amplitud de los movimientos respiratorios y la simetría, o ausencia de esta, en ambos lados. También se documenta el tipo de respiración y la frecuencia respiratoria. En la **palpación**, se confirman las observaciones de la inspección, en particular, los movimientos respiratorios de la pared torácica. Se documentan posibles protuberancias anómalas o hundimientos de la pared torácica, y se detectan pulsaciones anómalas y áreas sensibles.

La **percusión** consiste en dar golpes breves a la pared torácica con los dedos. Esto produce vibraciones por los tejidos del tórax. Los órganos que contienen aire, como los pulmones, producen ruido resonante; las vísceras más sólidas, como el corazón, producen un ruido mate. Con la práctica, es posible distinguir los pulmones del corazón o el hígado mediante la percusión.

La **auscultación** permite escuchar los ruidos respiratorios producidos cuando el aire entra y sale de las vías respiratorias. Si los alvéolos o los bronquios están enfermos o llenos de líquido, se alterará la naturaleza de los ruidos respiratorios. La frecuencia y el ritmo cardíacos pueden confirmarse mediante la auscultación; el procedimiento también permite escuchar los ruidos que producen el corazón y las válvulas durante las fases del ciclo cardíaco. También se detectan ruidos debidos a la fricción entre capas de pleura o pericardio afectadas por alguna enfermedad.

Para realizar la exploración, es necesario conocer la estructura del tórax y tener una imagen mental de la posición normal de los pulmones y el corazón en relación con los puntos de referencia superficiales identificables. Además, el médico debe ser capaz de relacionar cualquier hallazgo anómalo con puntos de referencia óseos fácilmente identificables, de modo que pueda registrar y comunicar sus observaciones con precisión. Dado que la pared torácica participa activamente en los movimientos respiratorios, son muchos los puntos de referencia óseos que cambian de altura o nivel en cada fase de la respiración. Para simplificar las cosas en la práctica, los niveles mencionados son los que habitualmente se encuentran en una posición intermedia entre la inspiración profunda y la espiración forzada.

Líneas de orientación

Se utilizan diversas líneas imaginarias para describir las localizaciones superficiales en las paredes torácicas anterior y posterior. Consulte las [figuras 4-21 y 4-22](#).

- La **línea media anterior (medioesternal)** se localiza en el plano medio sobre el esternón.
- La **línea medioclavicular** discurre vertical e inferiormente desde el punto medio de la clavícula.
- La **línea axilar anterior** discurre vertical e inferiormente desde el pliegue anterior de la axila.
- La **línea axilar posterior** discurre vertical e inferiormente desde el pliegue posterior de la axila.
- La **línea axilar media** discurre vertical e inferiormente desde un punto ubicado justo a la mitad entre los pliegues axilares anterior y posterior.
- La **línea escapular** discurre vertical e inferiormente sobre la pared posterior del tórax, y pasa a través del ángulo inferior de la escápula (brazos a los lados).

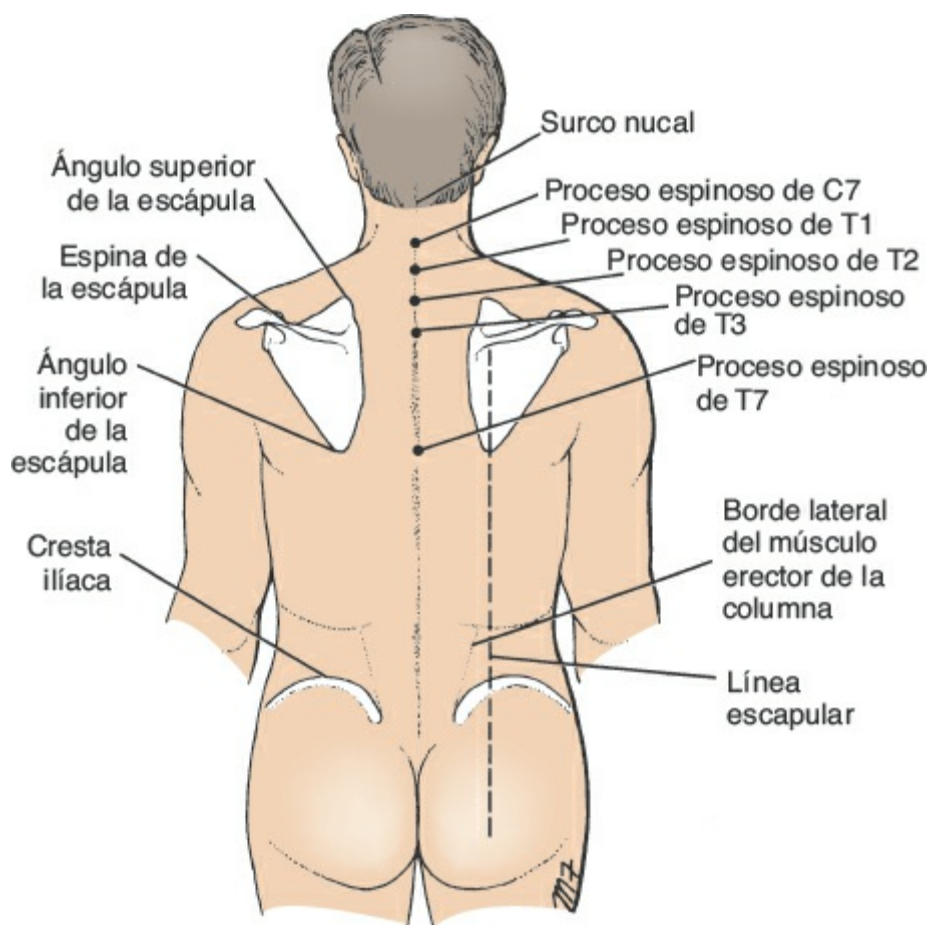


Figura 4-22 Puntos de referencia superficiales de la pared torácica posterior.

Tráquea

La tráquea se extiende desde el borde inferior del cartílago cricoides (frente a la columna vertebral, a nivel de la vértebra C6) en el cuello hasta el nivel del ángulo del esternón en el tórax (véase [fig. 4-23](#)). Comienza en la línea media y termina justo a la derecha de esta, donde se divide en bronquio principal derecho y bronquio principal izquierdo. En la raíz del cuello, puede palparse en la línea media, en la escotadura yugular (supraesternal).

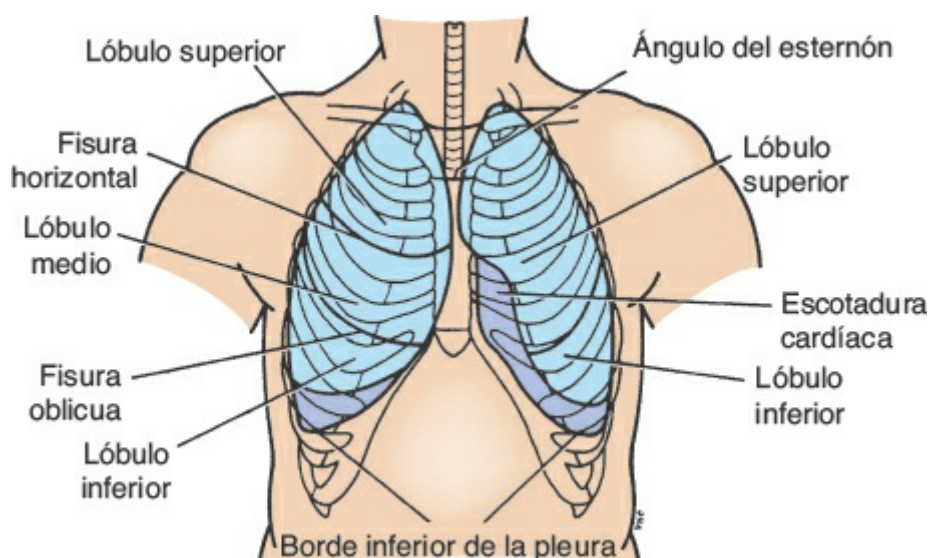


Figura 4-23 Referencias de superficie para ubicar los pulmones y la pleura parietal en la pared torácica anterior.

Pulmones

El **vértice** del pulmón se extiende superiormente hacia el interior del cuello. Para ubicarlo en la cara anterior del cuerpo, resulta útil trazar una línea curva (superiormente convexa) desde la articulación esternoclavicular hasta un punto 2,5 cm por encima de la unión de los tercios medial e intermedio de la clavícula (véase [fig. 4-23](#)).

El **borde anterior** del pulmón derecho comienza posterior a la articulación esternoclavicular y se extiende inferiormente, hasta casi alcanzar la línea media posterior al ángulo del esternón. Después continúa inferiormente hasta alcanzar la sínfisis xifoesternal. El **borde anterior del pulmón izquierdo** sigue una trayectoria similar, pero a nivel del cuarto cartílago costal se desvía lateralmente y se extiende una distancia variable más allá del margen lateral del esternón, para formar la **escotadura cardíaca**. Al desplazar el pulmón a la izquierda, el corazón da lugar a esta escotadura. Después, el borde anterior gira bruscamente hacia abajo, hasta alcanzar el nivel de la sínfisis xifoesternal.

A mitad de la inspiración, el **borde inferior del pulmón** sigue una línea curva, que atraviesa la 6.^a costilla en la línea medioclavicular y la 8.^a costilla en la línea axilar media, hasta alcanzar la 10.^a costilla adyacente a la columna vertebral en el plano posterior (véanse [figs. 4-24](#) y [4-25](#); véase también [fig. 4-23](#)). Tenga presente que el nivel del borde pulmonar inferior se modifica durante la inspiración y la espiración.

El **borde posterior del pulmón** se extiende inferiormente desde el proceso espinoso de la vértebra C7 hasta la vértebra T10 y se localiza a unos 4 cm de la línea media.

Para ubicar superficialmente la **fisura oblicua** del pulmón, resulta útil trazar una línea oblicua inferior desde la raíz de la espina de la escápula hasta la sexta unión costochondral. La línea debe discurrir en dirección lateral anterior,

siguiendo la trayectoria de la 6.^a costilla hasta la sexta unión costocondral. En el pulmón izquierdo, el lóbulo superior se localiza superior y anterior a esta línea, mientras que el lóbulo inferior se ubica por debajo y posterior a la línea (véanse figs. 4-23 a 4-25).

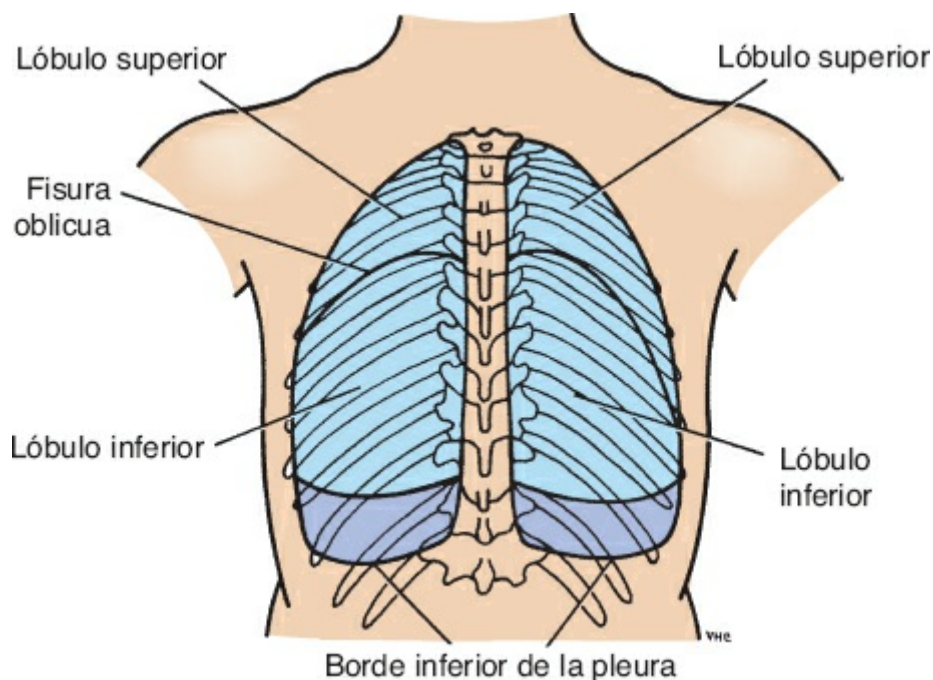


Figura 4-24 Referencias de superficie para ubicar los pulmones y la pleura parietal en la pared torácica posterior.

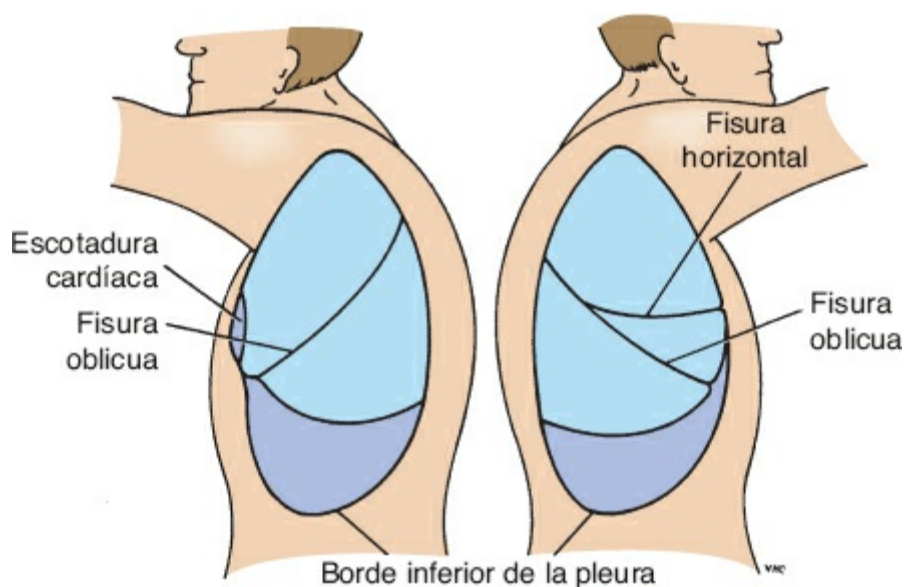


Figura 4-25 Referencias de superficie para ubicar los pulmones y la pleura parietal en las paredes torácicas laterales.

La **fisura horizontal** es una fisura adicional ubicada solo en el pulmón derecho. Para representarla, es necesario trazar una línea horizontal a lo largo del cuarto cartílago costal hasta llegar a la fisura oblicua en la línea axilar media (véanse figs. 4-23 y 4-25). El lóbulo superior se localiza por encima de la fisura

horizontal y el lóbulo medio, por debajo. El lóbulo inferior yace por debajo y posterior a la fisura oblicua.

Pleura

El contorno del saco pleural puede dibujarse con líneas sobre la superficie corporal. Estas líneas, que marcan los límites de la pleura parietal, es decir, la capa más cercana a la superficie corporal, reciben el nombre de **líneas de reflexión pleural**.

La **pleura cervical** se proyecta superiormente hacia la raíz del cuello. Las marcas de superficie de esta estructura son idénticas a las del vértice del pulmón. Así, podría trazarse una curva (convexa superiormente) desde la articulación esternoclavicular hasta un punto 2,5 cm superior a la unión de los tercios medial e intermedio de la clavícula (véase [fig. 4-23](#)).

El **borde anterior de la pleura derecha** discurre posterior e inferiormente a la articulación esternoclavicular, hasta casi alcanzar la línea media por detrás del ángulo del esternón. Después, sigue inferiormente hasta alcanzar la sínfisis xifoesternal. El **borde anterior de la pleura izquierda** sigue una trayectoria similar; no obstante, a nivel del cuarto cartílago costal se desvía lateralmente y continúa hasta el margen lateral del esternón para formar la escotadura cardíaca. (Nótese que la escotadura cardíaca de la pleura es más pequeña que la escotadura cardíaca del pulmón). Luego se desvía de modo pronunciado en dirección inferior, hacia la sínfisis xifoesternal (véase [fig. 4-23](#)).

En ambos lados, el **borde inferior de la pleura** sigue una trayectoria curva, atraviesa la 8.^a costilla en la línea medioclavicular y la 10.^a costilla en la línea axilar media hasta llegar a la 12.^a costilla adyacente a la columna vertebral, es decir, al borde lateral del músculo erector de la columna (véanse [figs. 4-23 a 4-25](#)). Nótese que los márgenes inferiores de los pulmones cruzan las costillas 6.^a, 8.^a y 10.^a en las líneas medioclavicular, axilar media y a ambos lados de la columna vertebral, respectivamente; los márgenes inferiores de la pleura cruzan, en los mismos puntos, las costillas 8.^a, 10.^a y 12.^a, respectivamente. (véanse [figs. 4-24 y 4-25](#); véase también [fig. 4-23](#)). La distancia entre los dos bordes corresponde al **receso costodiafragmático** (véase [cap. 5, Pleuras](#)).



Notas clínicas

Reflexión pleural

Es importante reconocer las referencias de superficie que indican la posición de las reflexiones pleurales y los lóbulos pulmonares. El médico debe poseer una imagen mental de las estructuras que yacen debajo del estetoscopio al escuchar los ruidos de las vías respiratorias.

La **cúpula pleural** y el **vértice de los pulmones** se extienden superiormente hacia el cuello de manera que, en su punto más elevado, yacen 2,5 cm por encima de la clavícula, aproximadamente (véanse [figs. 4-5, 4-8 y 4-23](#)). Por ello, son regiones susceptibles de lesiones en caso de puñaladas en la raíz del cuello o de daño por anestesia mediante bloqueo nervioso con una aguja en el tronco inferior del plexo braquial.

Tenga presente, asimismo, que el **límite inferior de la reflexión pleural**, visto por detrás, puede

sufrir lesiones durante una nefrectomía. La pleura atraviesa la 12.^a costilla y puede sufrir lesiones durante la extracción de un riñón a través de una incisión en el flanco lumbar.

Corazón

Para fines prácticos, puede decirse que el corazón tiene un vértice y cuatro bordes. El **vértice**, formado por el ventrículo izquierdo, coincide con el sitio del latido de la punta (vértice) y se halla en el quinto espacio intercostal izquierdo a 9 cm de la línea media (véase [fig. 4-26](#)).

El **borde superior**, formado por las raíces de los grandes vasos, se extiende desde un punto en el segundo cartílago costal izquierdo (recuerde el ángulo del esternón) ubicado a 1,3 cm del borde del esternón hasta otro punto en el tercer cartílago costal derecho a 1,3 cm del borde del esternón.

El **borde derecho**, formado por el atrio derecho, discurre inferiormente desde un punto en el tercer cartílago costal derecho ubicado a 1,3 cm del borde del esternón hasta otro punto en el sexto cartílago costal derecho a 1,3 cm del borde del esternón.

El **borde izquierdo**, formado por el ventrículo izquierdo, se extiende desde un punto en el segundo cartílago costal izquierdo ubicado a 1,3 cm del borde del esternón hasta el sitio del latido de la punta cardíaca. El **borde inferior**, formado por el ventrículo derecho y la porción del vértice del ventrículo izquierdo, se extiende desde el sexto cartílago costal derecho a 1,3 cm del esternón hasta el sitio del latido de la punta.



Notas clínicas

Posición y crecimiento anómalo del corazón

Las referencias de superficie para ubicar el corazón y el sitio del latido de la punta permiten al médico determinar si el corazón ha cambiado de posición en relación con la pared torácica o si ha aumentado de tamaño debido a una patología. El sitio del latido de la punta suele ser evidente a la vista y, casi siempre, palpable. La posición de los bordes del corazón puede determinarse durante la percusión.

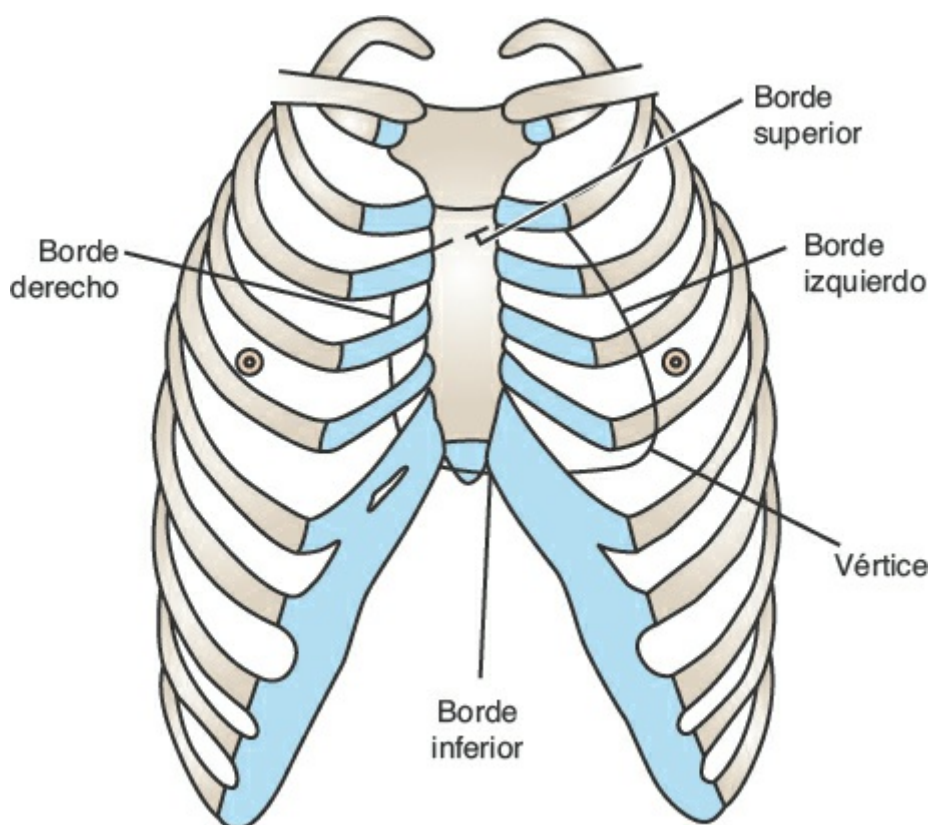


Figura 4-26 Referencias de superficie para ubicar el corazón.

Vasos sanguíneos torácicos

El **arco de la aorta** y las raíces de las arterias **braquiocefálica** y **carótida común izquierda** yacen posteriores al manubrio del esternón (véase [fig. 4-2](#)).

La **vena cava superior** y las porciones terminales de las **venas braquiocefálicas izquierda y derecha** también se localizan posteriores al manubrio del esternón.

Los **vasos torácicos internos** discurren vertical e inferiormente, posteriores a los cartílagos costales, a 1,3 cm (sentido lateral) del borde del esternón (véanse [figs. 4-10](#) y [4-14B](#)); estas estructuras continúan hasta alcanzar el sexto espacio intercostal.

Las **venas, arterias y nervios intercostales** (VAN, en alusión al orden que guardan de arriba a abajo) se localizan justo por debajo de la costilla correspondiente (véase [fig. 4-9](#)).

Glándulas mamarias

Las glándulas mamarias se describen con detalle en el [capítulo 3](#) debido a que están íntimamente relacionadas con los músculos pectorales y a que los nódulos linfáticos axilares constituyen su principal drenaje linfático. A manera de resumen, la glándula mamaria yace en la fascia superficial que reviste la pared torácica anterior (véase [fig. 4-20](#)). En niños y hombres, es rudimentaria. En mujeres, crece y adopta su característica forma hemisférica tras la pubertad. Las

mamas se localizan sobre las costillas 2.^a a 6.^a y los cartílagos costales correspondientes; se extienden desde el borde lateral del esternón hasta la línea axilar media en mujeres adultas jóvenes. El borde lateral superior se extiende a lo largo del límite inferior del músculo pectoral mayor y entra en la axila. Las mujeres multíparas de edad madura presentan ptosis y mamas de gran tamaño. En mujeres mayores posmenopáusicas, el tejido adiposo de las mamas disminuye y se pierde la forma hemisférica; asimismo, su tamaño se reduce y la piel que las cubre se arruga.

Conceptos clave

Pared torácica

La caja torácica está formada por las vértebras torácicas, las costillas, los cartílagos costales y el esternón.

- Casi todas las estructuras de la caja torácica son palpables con base en los principios de la anatomía de superficie.
- La caja torácica aloja órganos del tórax y la región superior del abdomen.
- Las costillas se unen a los cuerpos y los procesos transversos de las vértebras torácicas mediante articulaciones sinoviales; lo mismo ocurre entre la mayor parte de los cartílagos costales y sus inserciones anteriores.
- Las costillas trabajan como un todo durante la respiración. Se elevan durante la inspiración y descienden durante la espiración.
- La caja torácica tiene una abertura pequeña en su extremo superior (abertura superior del tórax) y otra abertura de mayor tamaño en su borde inferior. La abertura superior se constituye como paso para distintas estructuras que van de la cavidad torácica al cuello y al miembro superior. La abertura inferior conecta las cavidades torácica y abdominal.
- Los espacios intercostales son las separaciones entre las costillas. Aquí se alojan los músculos intercostales y los haces neurovasculares, que constan de venas, arterias y nervios intercostales.

Musculatura

Existen tres grupos musculares que actúan de manera destacada en la caja torácica: los músculos intercostales, el diafragma y los músculos torácicos pequeños.

- Hay músculos intercostales externos, internos e íntimos. Su función es estabilizar la posición de las costillas y moverlas

durante la respiración forzada. Los nervios intercostales inervan los músculos intercostales correspondientes.

- El diafragma es el músculo respiratorio más importante. Tiene forma de cúpula y consta de una parte muscular periférica, que se origina en los bordes del tórax, y de un tendón dispuesto al centro.
- El nervio frénico inerva cada una de las mitades del músculo diafragmático, que se traduce en la presencia de dos hemidiafragmas funcionales.
- El diafragma se contrae (deprime; aplana) durante la inspiración. Ello incrementa el diámetro vertical del tórax, disminuye la presión intratorácica y eleva la presión intraabdominal. El diafragma se relaja (eleva) durante la espiración. Lo anterior reduce el diámetro vertical del tórax, eleva la presión intratorácica y disminuye la presión intraabdominal. El diafragma paralizado se eleva de modo anómalo.
- Las estructuras que pasan entre las cavidades torácica y abdominal penetran el diafragma o rodean sus bordes.
- Entre los músculos torácicos pequeños se incluyen el músculo elevador de las costillas, el músculo serrato posterior superior y el músculo serrato posterior inferior. La participación de estos músculos durante la respiración es incierta. Los tres músculos desempeñan funciones propioceptivas.

Inervación

Los nervios frénicos y los intercostales inervan la pared torácica y el diafragma, respectivamente.

- Los nervios intercostales son los ramos anteriores de los once primeros nervios espinales torácicos.
- Los nervios intercostales dan origen a fibras motoras y sensitivas que inervan las paredes torácicas.
- Los nervios intercostales se extienden más allá de los bordes costales y también inervan la pared abdominal.
- Los nervios frénicos son los únicos nervios motores que inervan el diafragma. También poseen fibras sensitivas del pericardio y de las superficies pleural y peritoneal del diafragma.

Vascularización

La arteria subclavia, la arteria axilar y la aorta torácica irrigan las paredes torácicas.

- La arteria subclavia irriga a través de sus ramas intercostal suprema y torácica interna.

- La arteria axilar aporta sangre mediante sus ramas torácica superior y torácica lateral.
- La aorta torácica se divide en las ramas intercostal y subcostal posteriores.
- Las arterias intercostales anteriores y posteriores suelen formar anastomosis entre sí, las cuales conectan la arteria subclavia y la aorta torácica.

Drenaje linfático

El drenaje linfático de la pared torácica pasa a nódulos tanto externos como internos.

- El drenaje derivado de la piel de la cara anterior de la pared torácica pasa hacia los nódulos axilares anteriores.
- El drenaje derivado de la pared torácica posterior pasa a los nódulos axilares posteriores.
- El drenaje derivado de los espacios intercostales discurre en dirección anterior, hacia los nódulos torácicos internos y en dirección posterior, hacia los nódulos intercostales posteriores y los nódulos paraaórticos.

Casi todas las estructuras de la caja torácica son palpables durante una exploración convencional con base en los principios de la anatomía de superficie.



Tórax. Parte II: cavidad torácica

Una mujer de 54 años de edad acude al servicio de urgencias por dolor muy intenso en la parte delantera del tórax. Durante la exploración física, menciona que también siente el dolor en la espalda, entre ambas escápulas. En una entrevista a profundidad, la paciente asegura que no siente dolor hacia los brazos o el cuello. La presión arterial es de 200/110 mm Hg en el brazo derecho y 120/80 mm Hg en el izquierdo.

La valoración del dolor torácico es uno de los problemas que con mayor frecuencia debe tratar un médico de urgencias. Las causas pueden variar desde simples hasta aquellas que ponen en riesgo la vida. La naturaleza intensa del dolor y la irradiación hacia la espalda indican un diagnóstico probable de disección aórtica. El infarto de miocardio suele causar dolor referido hacia abajo, a lo largo de la cara interna del brazo, o arriba, hacia el interior del cuello.

Los impulsos dolorosos que se originan en la aorta torácica descendente afectada pasan al sistema nervioso central a lo largo del trayecto de los nervios simpáticos y, de ahí, se refieren a través de los nervios espinales somáticos a la piel de las paredes torácicas anterior y posterior. En esta paciente, la disección aórtica había bloqueado parcialmente el origen de la arteria subclavia izquierda, lo que explica la presión arterial baja registrada en el brazo izquierdo.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Osteología
Cavidad torácica

Mediastino

Mediastino superior
Mediastino inferior

Pleuras

Capas y cavidad
Inervación

Vías respiratorias inferiores

Tráquea
Bronquios

Pulmones

Lóbulos y fisuras
Segmentos broncopulmonares
Vascularización
Drenaje linfático
Inervación
Mecánica de la respiración

Pericardio

Pericardio fibroso

Pericardio seroso
Senos pericárdicos
Inervación

Corazón

Orientación
Estructura cardíaca
Inervación cardíaca
Irrigación arterial del corazón
Drenaje venoso del corazón
Función del corazón

Grandes arterias torácicas

Aorta
Tronco pulmonar

Grandes venas torácicas

Venas braquiocefálicas
Vena cava superior
Venas ácigos
Vena cava inferior
Venas pulmonares

Linfáticos torácicos

Pared torácica
Mediastino
Conducto torácico
Conducto linfático derecho

Nervios torácicos

Nervio vago
Nervio frénico
Tronco simpático

Esófago

Vascularización
Drenaje linfático
Inervación

Timo

Vascularización

Anatomía radiológica

Radiografía posteroanterior
Radiografía oblicua derecha
Radiografía oblicua izquierda
Broncografía y visualización con contraste del esófago
Angiografía coronaria
Tomografía computarizada

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es analizar la anatomía básica de la cavidad torácica para lograr comprender las relaciones funcionales normales y el origen de las lesiones frecuentes, el dolor, las anomalías motoras, los defectos congénitos, el diagnóstico por imagen y la exploración general superficial.

1. Identificar las principales subdivisiones de la cavidad torácica y describir sus contenidos. Reconocer las subdivisiones del mediastino y describir las

- estructuras en su interior.
2. Identificar las estructuras longitudinales más notorias (p. ej., la tráquea, el esófago, los nervios vagos, la aorta, las redes simpáticas, el sistema ácigos y el conducto torácico) que discurren por la cavidad torácica; describir los trayectos y sus relaciones.
 3. Identificar las pleuras parietal y visceral, sus diferentes componentes, los recesos pleurales y los límites de la pleura sobre sus proyecciones en la superficie corporal.
 4. Identificar y diferenciar los pulmones derecho e izquierdo, incluyendo sus lóbulos y fisuras. Reconocer las huellas hechas por las estructuras adyacentes importantes sobre la superficie de cada pulmón.
 5. Identificar las ramas primarias, secundarias y terciarias del árbol bronquial. Reconocer los bronquios y las arterias y venas pulmonares en la superficie hiliar de cada pulmón. Definir uno de los segmentos broncopulmonares y relacionarlo con la organización de los árboles bronquial y vascular.
 6. Identificar los pericardios parietal y visceral, sus relaciones con las pleuras parietales y el diafragma, así como sus proyecciones sobre la superficie corporal.
 7. Describir la estructura macroscópica del corazón, incluyendo el esqueleto fibroso.
 8. Determinar el trayecto del flujo sanguíneo a través de ambos lados del corazón. Identificar las estructuras internas de cada cavidad, así como la ubicación y estructura de todas las válvulas.
 9. Identificar los ruidos elementales del corazón normal. Relacionar estos ruidos con el flujo de la sangre a través del corazón y la función de las válvulas cardíacas.
 10. Identificar las proyecciones anatómicas y de auscultación de todas las válvulas cardíacas sobre la superficie del cuerpo.
 11. Trazar el flujo de sangre a través de los vasos coronarios principales. Identificar cuáles son los vasos principales que aportan irrigación y drenaje a cada una de las cavidades y el tabique interventricular, así como las posibles anastomosis y vías vasculares colaterales.
 12. Describir el sistema de conducción y la inervación extrínseca del corazón.
 13. Determinar el flujo sanguíneo desde las paredes y cavidad torácicas hacia el corazón, describiendo la formación y los trayectos de los troncos de las venas cava y ácigos. Identificar las anastomosis y las conexiones colaterales entre estas y otras vías y comentar su relevancia clínica.
 14. Trazar las vías de drenaje de linfa importantes desde los órganos y paredes de la cavidad torácica hacia los puntos de unión venosa.
 15. Identificar las estructuras principales del tórax en las técnicas de imagen estándar.

REVISIÓN

La caja torácica y el diafragma conforman la cavidad torácica. No obstante, la cavidad torácica es mucho más pequeña que los límites de la caja torácica debido a que el diafragma se invagina profundamente en los bordes inferiores de la caja torácica. Además, la cavidad se extiende superiormente hacia la raíz del cuello aproximadamente un dedo por encima de la clavícula a cada uno de los lados (véase [fig. 5-5](#)). El diafragma es la única estructura (además de la pleura y el peritoneo) que separa la cavidad torácica de las vísceras abdominales.

Osteología

El esqueleto torácico forma una unidad similar a una jaula osteocartilaginosa que encierra la cavidad torácica y rodea y protege el corazón, los pulmones y los anexos. Además, recubre todos o parte de los órganos abdominales superiores (p. ej., hígado, estómago, bazo, riñones). La caja torácica es un componente del esqueleto axial y está formada por el esternón, las costillas y las vértebras torácicas. Véanse los [capítulos 2](#) (vértebras) y [4](#) (esternón, costillas y cartílagos costales) para mayor información.

Cavidad torácica

La cavidad torácica se divide en un compartimento central, el **mediastino**, y lateralmente en las pleuras y los pulmones ([figs. 5-1 a 5-3](#)). Una delgada capa serosa, la membrana pleural (**pleura**), reviste cada pulmón, pasa desde cada pulmón hasta su raíz (donde entran los principales vasos sanguíneos y las vías respiratorias), y continúa hacia la superficie interna de la pared torácica ([fig. 5-4](#)). Esta disposición de la pleura forma dos sacos membranosos independientes denominados **cavidades pleurales**, una a cada lado del tórax, entre los pulmones y las paredes torácicas.

MEDIASTINO

El **mediastino** es el área entre el esternón, las dos cavidades pleurales y la columna vertebral ([figs. 5-3 y 5-4](#); véanse también [figs. 5-1 y 5-2](#)). Aunque es grueso, es un compartimento móvil que se extiende superiormente hacia la abertura torácica y la raíz del cuello, e inferiormente se dirige hacia el diafragma. Se extiende anteriormente al esternón y posteriormente hacia la columna vertebral. Contiene los restos del timo, el corazón, los grandes vasos, la tráquea y el esófago; el conducto torácico y los nódulos linfáticos, los nervios vago y frénico, así como los troncos simpáticos.

El mediastino se divide en **superior** e **inferior** mediante un plano imaginario que se dirige desde el ángulo del esternón anteriormente hasta el borde inferior del cuerpo de la cuarta vértebra torácica (T4) posteriormente (véase [fig. 5-2](#)). Este plano constituye un punto de referencia importante porque delimita diversas estructuras relevantes. De anterior a posterior, estas estructuras son:

- Articulación entre el manubrio y el cuerpo del esternón
- Segunda articulación costoesternal
- Límites de la aorta ascendente y el arco de la aorta
- Límites entre el arco de la aorta y la aorta descendente
- Bifurcación de la tráquea
- Nivel del bronquio principal izquierdo
- Disco intervertebral T4

El mediastino inferior se subdivide en **medio**, compuesto por el pericardio y el corazón; **anterior**, que es el espacio entre el pericardio y el esternón; y **posterior**, que se localiza entre el pericardio y la columna vertebral.

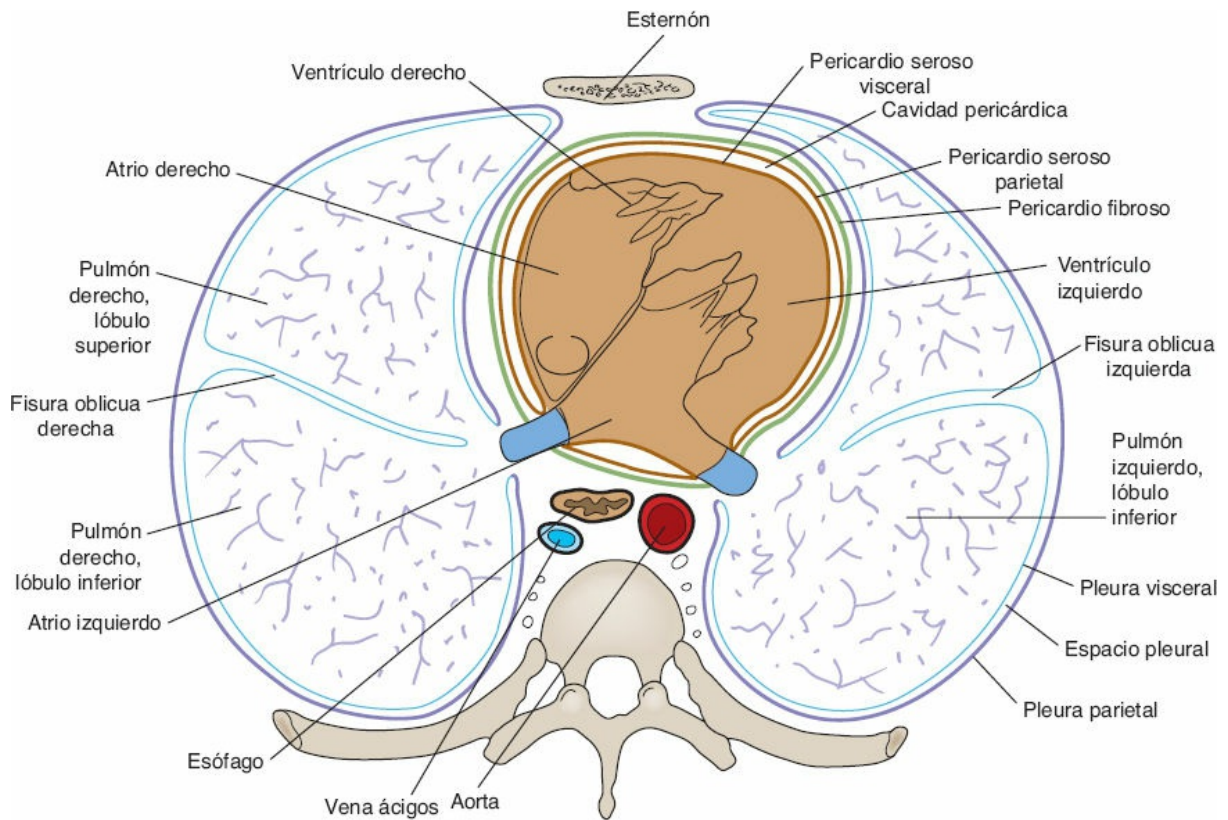


Figura 5-1 Sección transversal del tórax a nivel de la vértebra T8. Observe la disposición de la pleura y la cavidad pleural (*espacio*) y los pericardios seroso y fibroso. Recuerde que las secciones transversales por lo general se observan desde abajo, con la izquierda del sujeto a la derecha del observador.

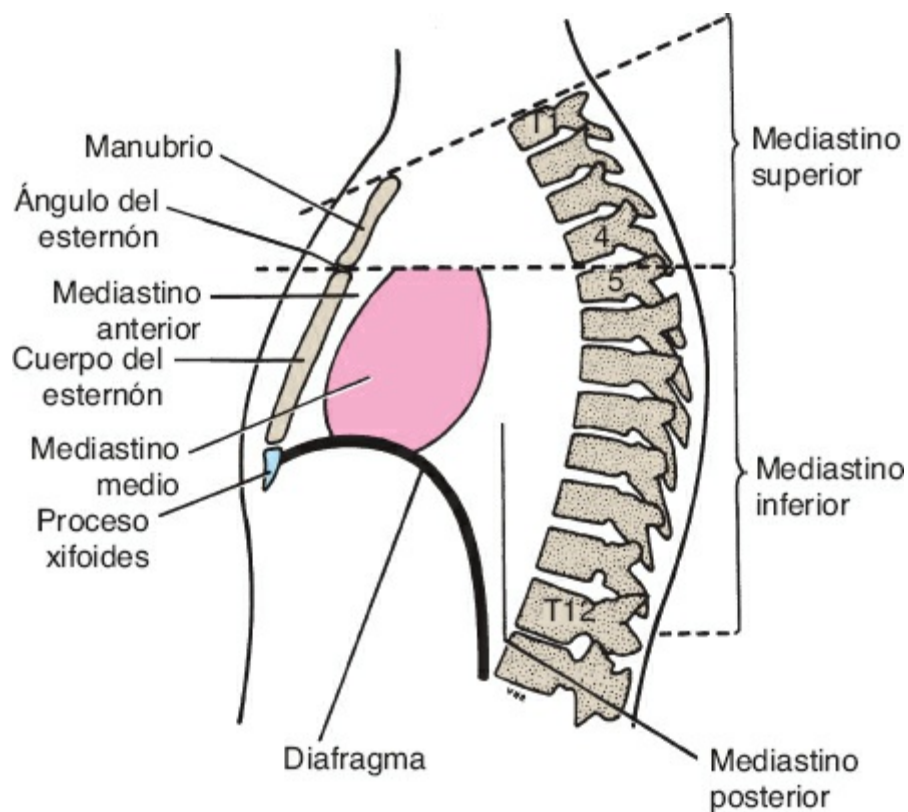


Figura 5-2 Subdivisiones del mediastino.

Para lograr orientarse, es conveniente recordar que las principales estructuras mediastínicas están en el siguiente orden, de anterior a posterior.

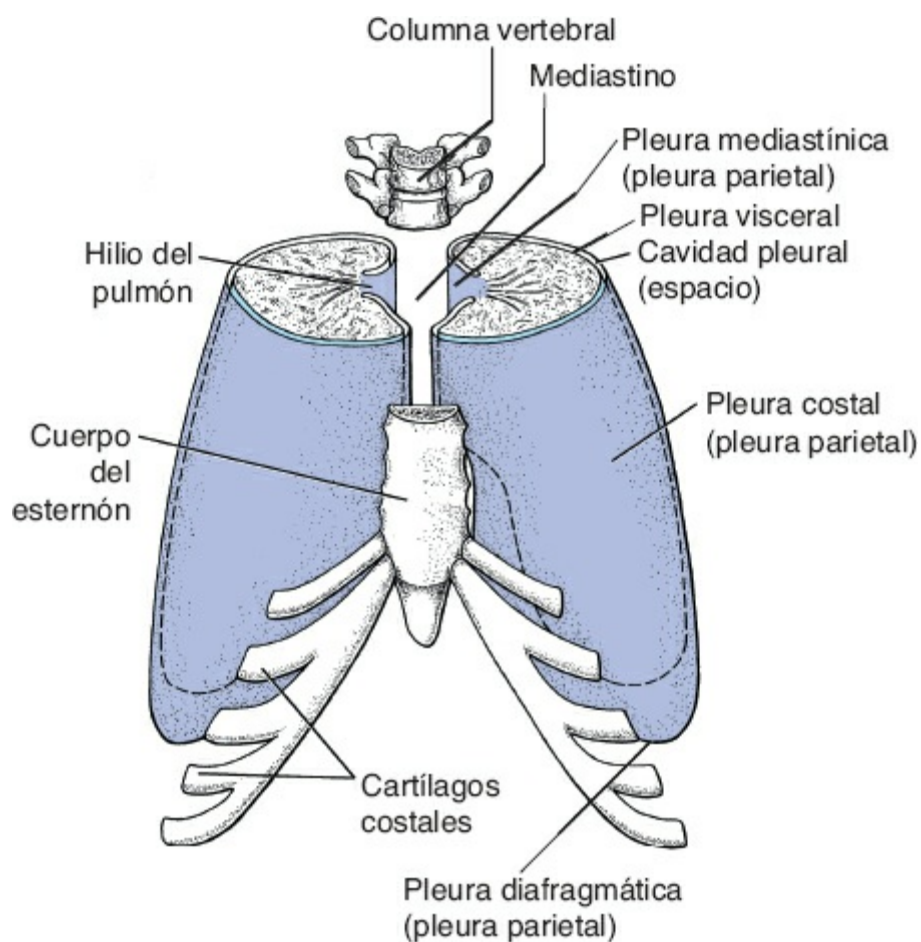


Figura 5-3 Vista superior y anterior de las pleuras. Obsérvese la posición del mediastino y el hilio en ambos pulmones.

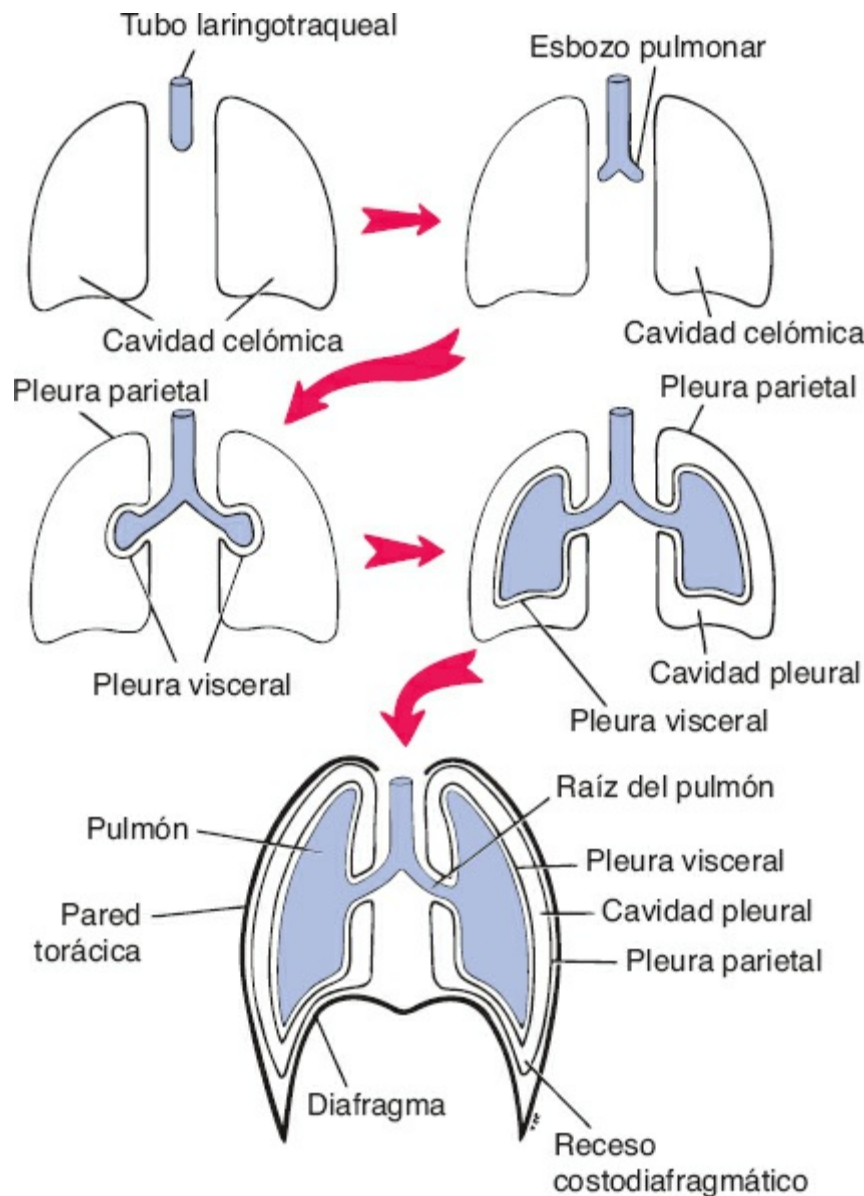


Figura 5-4 Formación de los pulmones. Obsérvese que cada esbozo pulmonar se invagina en la pared de la cavidad celómica y posteriormente crece para ocupar gran parte de la cavidad. Nótese también que el pulmón está cubierto por pleura visceral y que la pared torácica está revestida de pleura parietal. El espacio de la cavidad celómica se reduce hasta adquirir una forma de hendidura, denominada *cavidad pleural*, como consecuencia del crecimiento del pulmón.

Mediastino superior

1) Timo, 2) grandes venas, 3) grandes arterias, 4) tráquea, 5) esófago y conducto torácico y 6) troncos simpáticos.

El mediastino superior está limitado anteriormente por el manubrio del esternón y posteriormente por las primeras cuatro vértebras torácicas (véase [fig. 5-2](#)).

Mediastino inferior

Formado por: 1) timo, 2) corazón dentro del pericardio y nervios frénicos a cada

uno de sus lados, 3) esófago y conducto torácico, 4) aorta descendente y 5) troncos simpáticos.

El mediastino inferior está limitado anteriormente por el cuerpo del esternón y posteriormente por las ocho vértebras torácicas inferiores.



Notas clínicas

Desviación del mediastino

En un cadáver embalsamado, el mediastino es una estructura inflexible y fija debido al efecto de rigidez provocada por los líquidos de preservación. No obstante, en los seres vivos, es bastante móvil; los pulmones, el corazón y las grandes arterias originan impulsos rítmicos y el esófago se distiende a medida que el bolo alimenticio pasa a través de este.

En caso de que entre aire en la cavidad pleural (*neumotórax*), el pulmón de ese lado se colapsa de inmediato y el mediastino se desvía hacia el lado contrario. Esta alteración se manifiesta cuando el paciente se queda sin aire y en estado de *shock*; en la exploración, la tráquea y el corazón se desplazan hacia el lado opuesto.

Mediastinitis

Las estructuras que forman el mediastino están contenidas en tejido conjuntivo, el cual es continuo con el de la raíz del cuello. Por lo tanto, es posible que una infección profunda del cuello se extienda al tórax, lo que produce mediastinitis. Las heridas penetrantes del tórax que afectan el esófago pueden originar mediastinitis. En las perforaciones esofágicas, el aire se filtra hacia el interior del tejido conjuntivo y asciende por debajo de la fascia a la raíz del cuello, produciendo **enfisema subcutáneo**.

Tumores o quistes mediastínicos

Debido a que gran cantidad de estructuras vitales se encuentran estrechamente unidas dentro del mediastino, sus funciones pueden ser alteradas por el crecimiento de un tumor o un órgano. Un tumor en el pulmón izquierdo puede diseminarse con rapidez y afectar los nódulos linfáticos mediastínicos, los cuales, al aumentar de tamaño, pueden comprimir el nervio laríngeo recurrente y producir parálisis del pliegue vocal izquierdo. Un quiste o tumor en expansión puede obstruir parcialmente la vena cava superior, lo que provoca la congestión grave de las venas en la región superior del cuerpo. También pueden observarse otros efectos compresivos en los troncos simpáticos, los nervios frénicos y, en ocasiones, la tráquea, los bronquios principales y el esófago.

Mediastinoscopia

La *mediastinoscopia* es un procedimiento diagnóstico a través del cual se obtienen muestras de tejido traqueobronquial sin abrir las cavidades pleurales. Se realiza una pequeña incisión en la línea media del cuello justo por encima de la escotadura supraesternal, y se explora el mediastino superior hasta la región de la bifurcación de la tráquea. El procedimiento puede utilizarse para determinar el diagnóstico y grado de diseminación del carcinoma bronquial.

PLEURAS

Las pleuras y los pulmones se localizan a cada lado del mediastino dentro de la cavidad torácica (véase [fig. 5-3](#)). Cada membrana pleural tiene dos partes: una **pleura parietal** y una **pleura visceral**. La pleura parietal reviste la cavidad torácica, cubre la superficie torácica del diafragma y la cara lateral del mediastino, y se extiende hacia el interior de la raíz de cuello para revestir la

superficie inferior de la membrana suprapleural en la abertura torácica. La pleura visceral reviste por completo la superficie externa del pulmón y se extiende hasta la profundidad de las fisuras interlobulares (figs. 5-5 y 5-6; véanse también figs. 5-1, 5-3 y 5-4). Es más delgada que la pleura parietal.

Capas y cavidad

La pleura visceral se continúa con la parietal a través de un manguito pleural que rodea las estructuras que entran y salen del pulmón en el hilio (véanse figs. 5-3 a 5-5). Este manguito cuelga como un pliegue laxo que recibe el nombre de **ligamento pulmonar**, y permite el movimiento de los vasos pulmonares y los bronquios principales durante la respiración (véase fig. 5-5).

Las capas parietal y visceral de la pleura se separan entre sí a través de un espacio con forma de hendidura, la **cavidad pleural** (véanse figs. 5-3 y 5-4). Los médicos clínicos utilizan cada vez con mayor frecuencia el término **espacio pleural** en lugar del término anatómico *cavidad pleural*. Este hecho probablemente se deba a la confusión entre el espacio de la cavidad pleural (estrecho) y la cavidad torácica, de mayor tamaño. Por lo general, la cavidad pleural contiene solo una pequeña cantidad de tejido líquido, el **líquido pleural**. Este líquido cubre las superficies de la pleura como una fina película. La tensión superficial del líquido pleural produce la adherencia de ambas capas pleurales y permite que estas se muevan entre sí con una fricción mínima. Por lo tanto, la cavidad pleural es un espacio potencial bajo condiciones normales y se hace evidente solo durante situaciones anómalas (desplazamiento pulmonar por aire o líquido excesivo).

Con propósitos descriptivos, la pleura parietal se divide de acuerdo con la región sobre la que se localiza o la superficie que reviste (véanse figs. 5-3 y 5-5). La **pleura cervical (cúpula pleural)** se extiende superiormente hacia el interior del cuello, donde reviste la superficie inferior de la membrana suprapleural (véase también fig. 4-8). Alcanza su cima 2-3 cm por encima del nivel del tercio medio de la clavícula. La pleura costal reviste las superficies internas de las costillas, los cartílagos costales, los espacios intercostales, los lados de los cuerpos vertebrales y el dorso del esternón. La pleura diafragmática reviste la superficie torácica del diafragma. Durante la respiración en reposo, las pleuras costal y diafragmática se encuentran en oposición por debajo del borde inferior del pulmón. En la respiración profunda, los bordes de la base del pulmón descienden, y las pleuras diafragmática y costal se separan. Esta área inferior de la cavidad pleural donde los pulmones se expanden durante la inspiración se conoce como *receso costodiafragmático* (véanse figs. 5-4 y 5-5). La **pleura mediastínica** cubre y forma el límite lateral del mediastino. Esta se dobla alrededor de los vasos y los bronquios en el hilio del pulmón formando un manguito, y en este punto se continúa con la pleura visceral. Por lo tanto, cada pulmón se encuentra libre excepto en el hilio, donde se une a los vasos sanguíneos y los bronquios que forman la raíz pulmonar. Durante la inspiración profunda, los pulmones se expanden y llenan las cavidades pleurales. Sin

embargo, durante la inspiración en reposo, los pulmones no ocupan por completo las cavidades pleurales en cuatro localizaciones: los recesos costodiafrágmaticos derecho e izquierdo y los recesos costomediastínicos derecho e izquierdo.

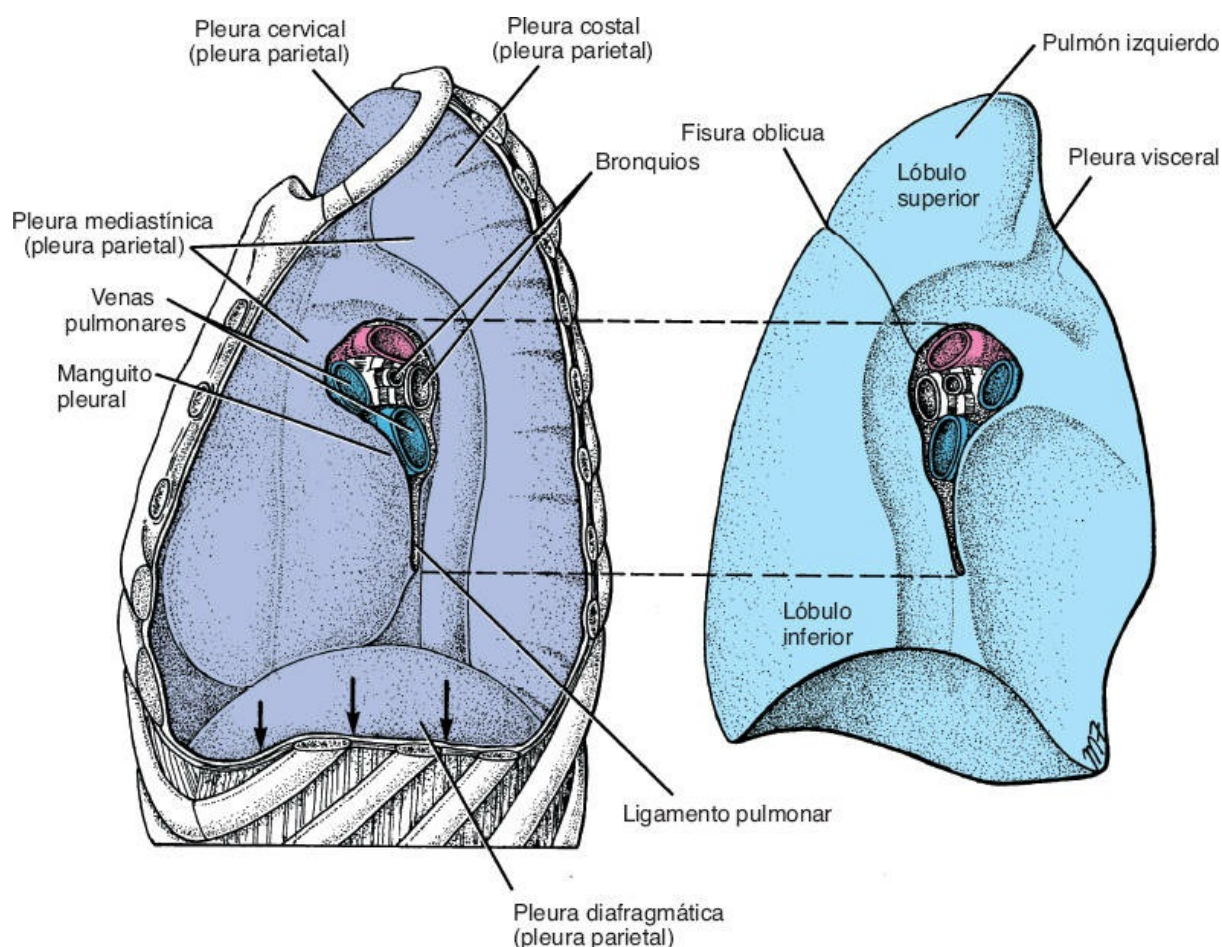


Figura 5-5 Diferentes áreas de la pleura parietal. Obsérvese el manguito pleural (*línea punteada*) que rodea las estructuras que forman la raíz del pulmón izquierdo en el hilio. Las capas parietal y visceral de la pleura se continúan una con otra en este sitio. Las *flechas* indican la posición del receso costodiafrágático.

Los **recesos costodiafrágmaticos** son espacios en forma de hendidura entre las pleuras parietales costal y diafrágica, que se separan solo a través de una capa capilar de líquido pleural. Durante la inspiración, los bordes inferiores de los pulmones descienden hacia el interior de los recesos. Durante la espiración, los bordes inferiores de los pulmones ascienden de modo que ambas capas parietales, la costal y la diafrágica, vuelven a unirse.

Los **recesos costomediastínicos** se localizan a lo largo de los bordes anteriores de la pleura. Se trata de espacios muy pequeños entre las pleuras parietales, costal y mediastínica, las cuales se separan a través de una capa capilar de líquido pleural. Durante la inspiración y la espiración, los bordes anteriores de los pulmones se desplazan hacia el interior y el exterior de estos recesos.

Los puntos de referencia superficiales de los pulmones y las pleuras se

describen en el [capítulo 4](#).

Inervación

Las capas pleurales cuentan con diferente inervación, a pesar de ser una membrana continua. La pleura parietal recibe inervación de nervios aferentes somáticos ([fig. 5-7](#)), por lo que es sensible al dolor, la temperatura, el tacto y la presión:

- Los nervios intercostales brindan inervación segmentaria a la pleura costal.
- El nervio frénico inerva la pleura mediastínica.
- El nervio frénico inerva la pleura diafragmática sobre la cúpula y los nervios intercostales inferiores, la periferia de la pleura diafragmática.

Los nervios aferentes viscerales inervan la pleura visceral, que es sensible al estiramiento, pero no a sensaciones habituales como el tacto y el dolor. Estos nervios discurren junto con los nervios autónomos del plexo pulmonar (*véase fig. 5-7*).

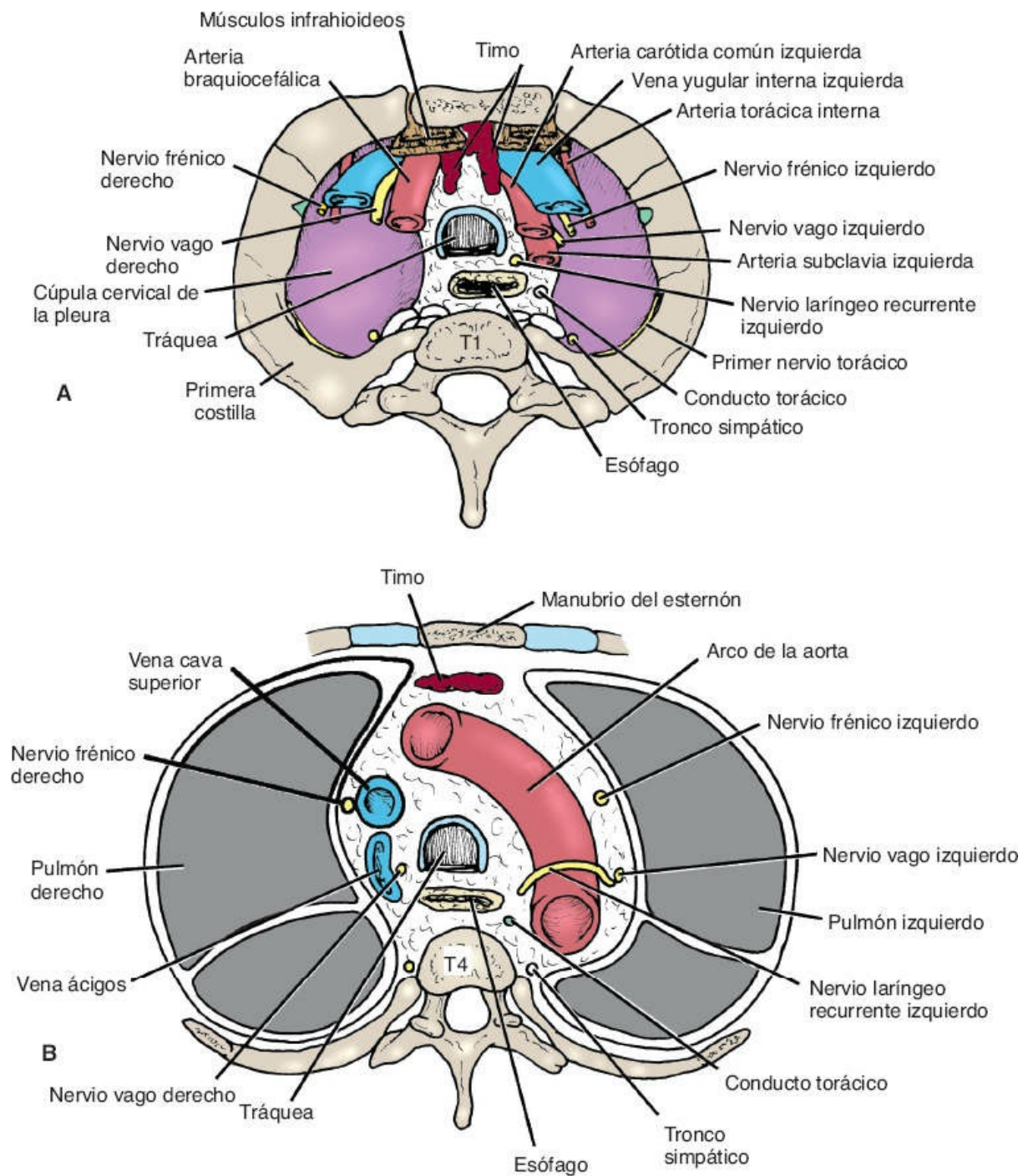


Figura 5-6 Secciones transversales del tórax. **A.** En la abertura torácica. **B.** En la vértebra T4.

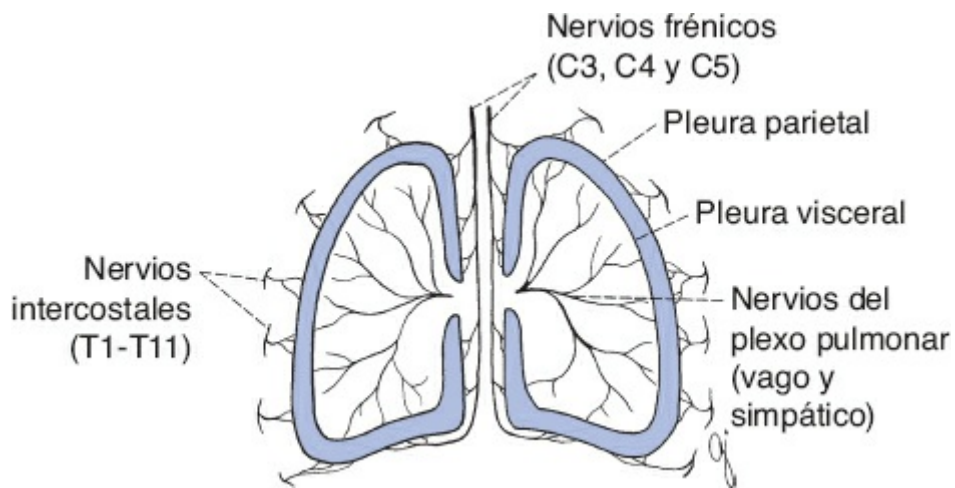


Figura 5-7 Diagrama que muestra la innervación de las pleuras parietal y visceral.



Notas clínicas

Líquido pleural

La cavidad pleural habitualmente contiene 5-10 mL de líquido claro, que lubrica las superficies adyacentes de las pleuras parietal y visceral durante los movimientos respiratorios. Las presiones hidrostáticas y osmóticas estimulan la formación del líquido. Debido a que las presiones hidrostáticas son mayores en los capilares de la pleura parietal en comparación con los de la pleura visceral (circulación pulmonar), los capilares de la porción visceral son los que por lo general absorben el líquido pleural. Cualquier alteración que aumente la producción de líquido (p. ej., inflamación, cáncer, miocardiopatía congestiva) o altere su drenaje (p. ej., colapso pulmonar) culmina en la acumulación anómala de líquido, lo que se conoce como **derrame pleural**. La presencia de 300 mL de líquido en el receso costodiafragmático del adulto es suficiente como para permitir la detección clínica. Los signos clínicos incluyen disminución de la expansión pulmonar en el lado del derrame y reducción de los ruidos respiratorios, así como matidez a la percusión sobre el sitio de derrame (fig. 5-8).

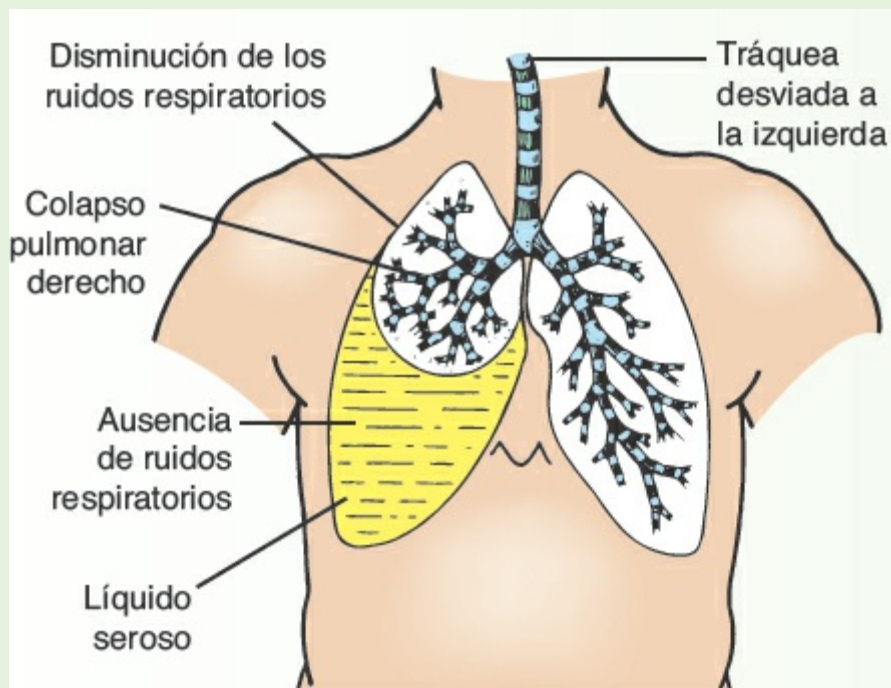


Figura 5-8 Derrame pleural derecho. El mediastino se desplaza hacia la izquierda, el pulmón derecho se comprime y los bronquios se estrechan. En la auscultación, se muestran ruidos respiratorios apagados sobre el pulmón colapsado y ausencia de estos sobre el líquido en la cavidad pleural.

Pleuritis

La inflamación de la pleura (**pleuritis** o **pleuresía**) secundaria a la inflamación del pulmón (p. ej., neumonía) lleva a la formación de un exudado inflamatorio que reviste las superficies pleurales, lo que causa aspereza en estas. Esto produce fricción que puede escucharse con el fonendoscopio como **frote pleural** en la inspiración y la espiración. A menudo, se produce invasión del exudado por parte de fibroblastos, lo que conduce a la formación de depósitos de colágeno y la aparición de **adherencias pleurales** que unen la pleura visceral a la parietal.

Neumotórax, empiema y derrame pleural

Es posible que el aire entre en la cavidad pleural desde los pulmones o la pared torácica (**neumotórax**) como resultado de una enfermedad o lesión (p. ej., neumopatía intersticial, heridas por arma de fuego). En los primeros tratamientos para la tuberculosis, se inyectaba aire de manera deliberada en la cavidad pleural para colapsar el pulmón. Este procedimiento se denominaba **neumotórax artificial**. En el **neumotórax espontáneo**, el aire entra en la cavidad pleural de forma repentina sin que la causa sea inmediatamente identificable. La investigación suele revelar que el aire ha entrado desde un pulmón enfermo y se ha roto una ampolla.

Las heridas que perforan la cavidad torácica (heridas por arma blanca) pueden penetrar en la cavidad pleural, lo que deja expuesta la cavidad al aire exterior, fenómeno conocido como **neumotórax abierto**. Cada vez que el paciente inspira, es posible escuchar el aire bajo presión atmosférica entrar en la cavidad pleural. En algunos casos, la vestimenta y las capas de tejido de la pared torácica se combinan para formar una válvula que permite la entrada de aire en la inspiración, pero que impide su salida por la herida. En esta situación, la presión del aire se acumula en el lado de la herida y presiona el mediastino contra el lado opuesto. En estos casos, el pulmón colapsado se halla en el lado de la lesión, mientras que el pulmón contrario se comprime por el mediastino desviado. Esta peligrosa anomalía se denomina **neumotórax a tensión**.

El aire en la cavidad que se acompaña de líquido seroso se denomina **hidroneumotórax**, cuando se acompaña de pus se conoce como **pioneumotórax** y cuando se asocia con sangre se llama **hemoneumotórax**. En este último caso, el traumatismo torácico puede provocar una hemorragia desde los vasos de la pared o la cavidad torácicas o desde un pulmón lacerado. La acumulación de pus (sin aire) en la cavidad pleural se denomina **empiema**. Un exceso de líquido seroso en la cavidad pleural se conoce como **derrame pleural** (véase [fig. 5-8](#)). Es posible drenar el líquido (seroso, sangre, pus) de la cavidad pleural con una aguja de gran calibre, como se describe en el [capítulo 4](#) (véase *Toracostomía con aguja*).

VÍAS RESPIRATORIAS INFERIORES

Las *vías respiratorias* (árbol respiratorio) son la red de tubos que proveen aire a los pulmones. Las **vías respiratorias superiores** incluyen las vías nasales y senos, la faringe, la laringe y la porción superior de la tráquea. Las **vías respiratorias inferiores** (árbol traqueobronquial) incluyen la porción inferior de la tráquea, los bronquios y los bronquiolos ([fig. 5-9](#)).

Tráquea

La *tráquea* es un tubo cartilaginoso y membranoso móvil ([figs. 5-10 a 5-12](#); véase también [fig. 5-9](#)). Comienza en el cuello como continuación de la laringe desde el borde inferior del cartílago cricoides a nivel de la sexta vértebra cervical

(C6). Desciende por la línea media del cuello. En el tórax, la tráquea pasa a través del mediastino superior, aproximadamente en la línea media. La tráquea termina al dividirse en los bronquios principales derecho e izquierdo a nivel del ángulo del esternón (frente al disco, entre las vértebras T4 y T5). Durante la espiración, la bifurcación se eleva aproximadamente un nivel vertebral y durante la inspiración puede descender hasta la vértebra T6. En adultos, la tráquea mide unos 11,25 cm de largo y 2,5 cm de diámetro.

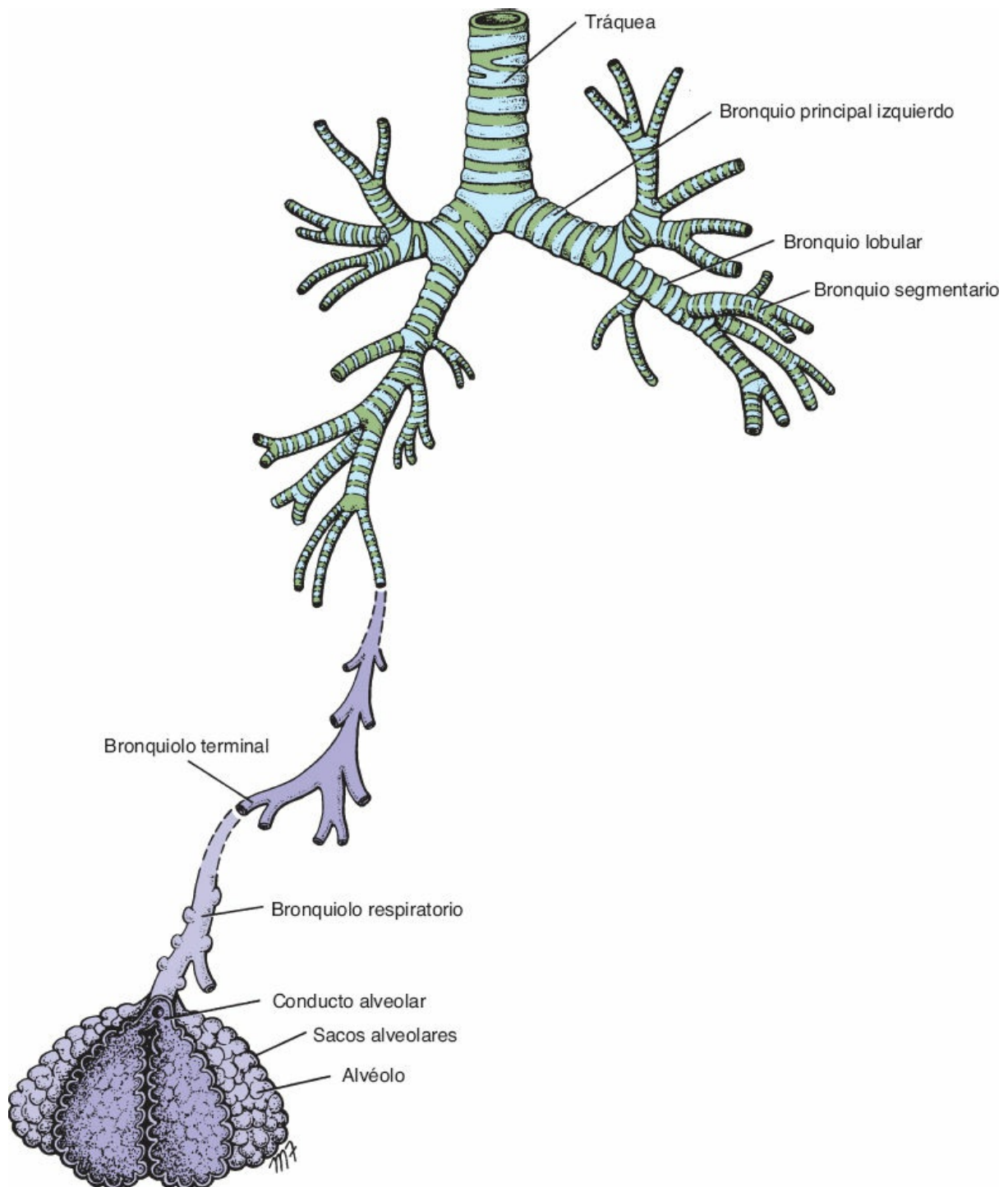


Figura 5-9 Vías respiratorias inferiores. Se muestran la tráquea, los bronquios, los bronquiolos, los conductos alveolares, los sacos alveolares y los alvéolos. Obsérvese la vía del aire inspirado desde la tráquea hasta los alvéolos.

Unas estructuras en forma de “U” (anillos traqueales) de cartílago hialino unidas a la pared traqueal soportan y mantienen la permeabilidad de la tráquea (véase [fig. 5-9](#)). El **músculo traqueal** (músculo liso) conecta los extremos posteriores libres de los cartílagos. La discontinuidad posterior permite que el esófago se expanda hacia la tráquea durante la deglución.

Las relaciones de la tráquea en el cuello se describen en el [capítulo 12](#).

Las relaciones de la tráquea en el mediastino superior del tórax son las siguientes:

- **Parte anterior.** El esternón, el timo, la vena braquiocefálica izquierda, los orígenes de las arterias braquiocefálica y carótida común izquierda y el arco de la aorta (véanse [figs. 5-6A](#), [5-10](#) y [5-30](#)).
- **Parte posterior.** El esófago y el nervio laríngeo recurrente izquierdo (véase [fig. 5-6A](#)).
- **Lado derecho.** La vena ácigos, el nervio vago derecho y la pleura ([figs. 5-13A](#) y [5-14A](#); véase también [fig. 5-6](#)).
- **Lado izquierdo.** El arco de la aorta, la carótida común izquierda y la arteria subclavia, el nervio vago y el nervio frénico izquierdos, así como la pleura (véanse [figs. 5-6](#), [5-13B](#) y [5-14B](#)).

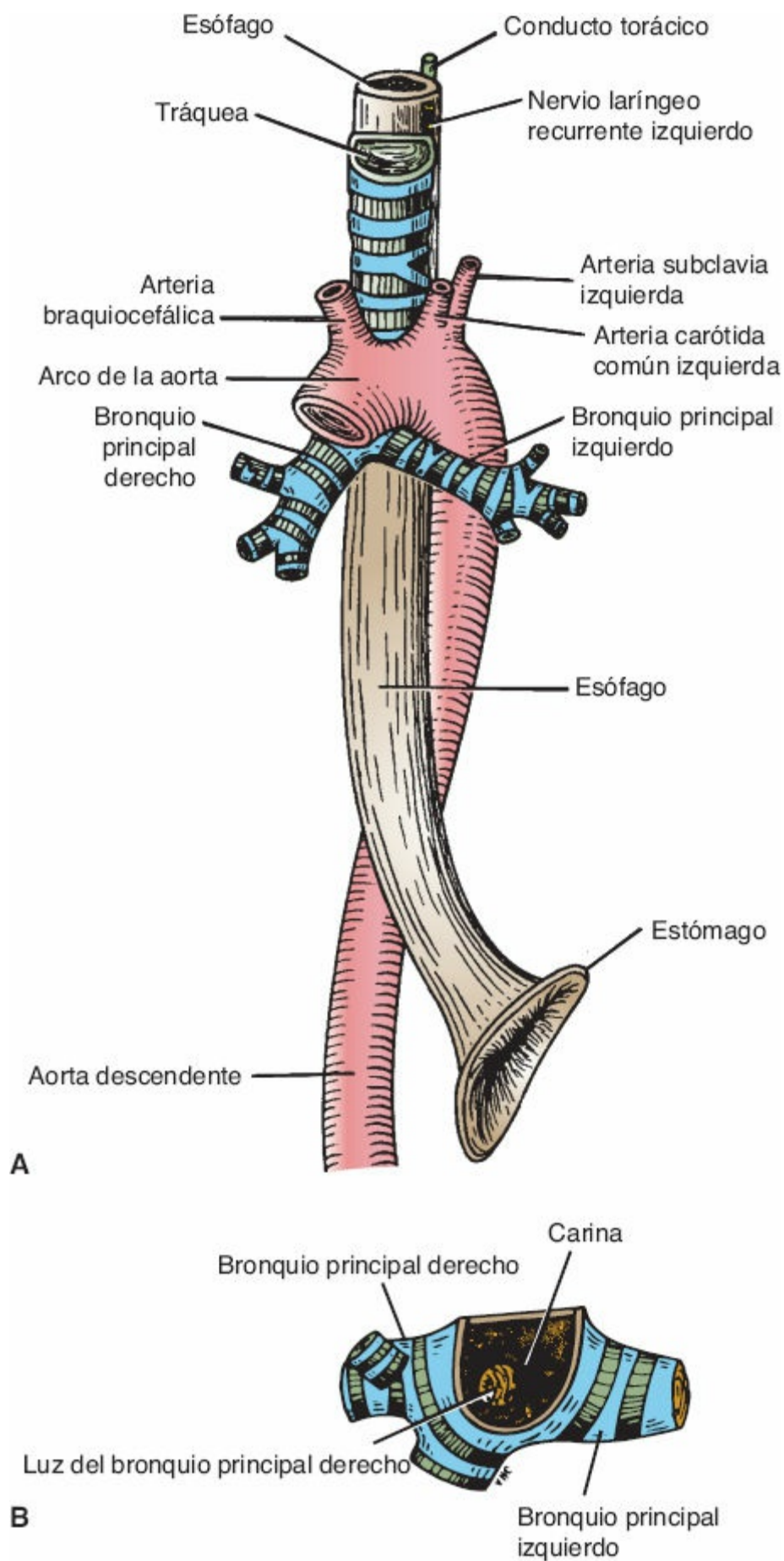


Figura 5-10 Porción torácica de la tráquea. A. Obsérvese que el bronquio principal derecho es más

ancho y posee una continuación más directa con la tráquea que el izquierdo. **B.** Vista superior de la bifurcación de la tráquea.

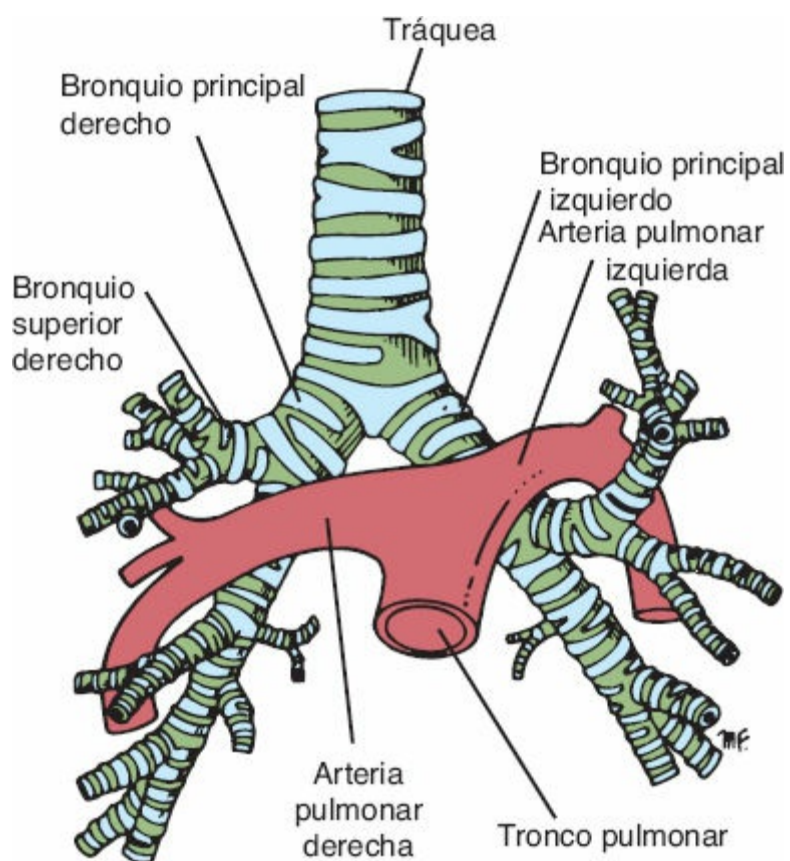


Figura 5-11 Relaciones de las arterias pulmonares y el árbol bronquial.

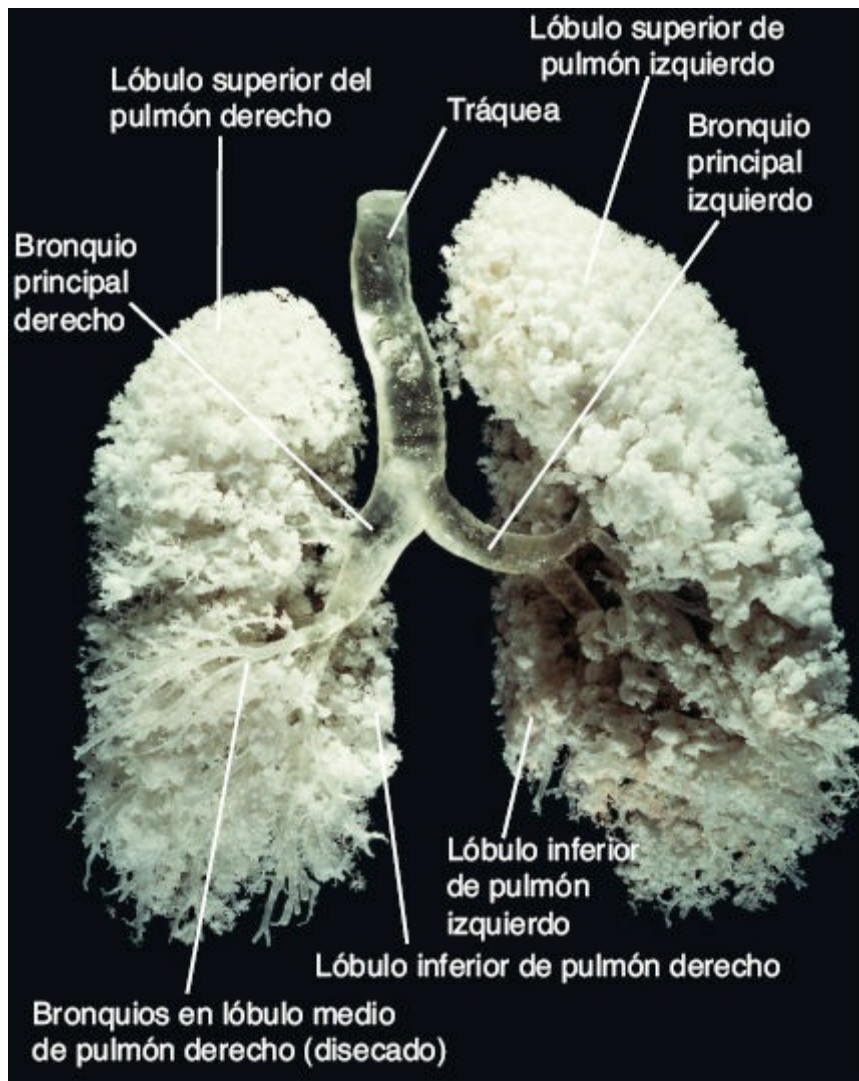


Figura 5-12 Muestra plastinada de la tráquea, los bronquios principales y los pulmones de un adulto. Cierta cantidad del tejido pulmonar se ha disecado para mostrar los bronquios de mayor tamaño. Obsérvese que el bronquio principal derecho es más amplio y tiene una continuación más directa desde la tráquea, en comparación con el bronquio principal izquierdo.

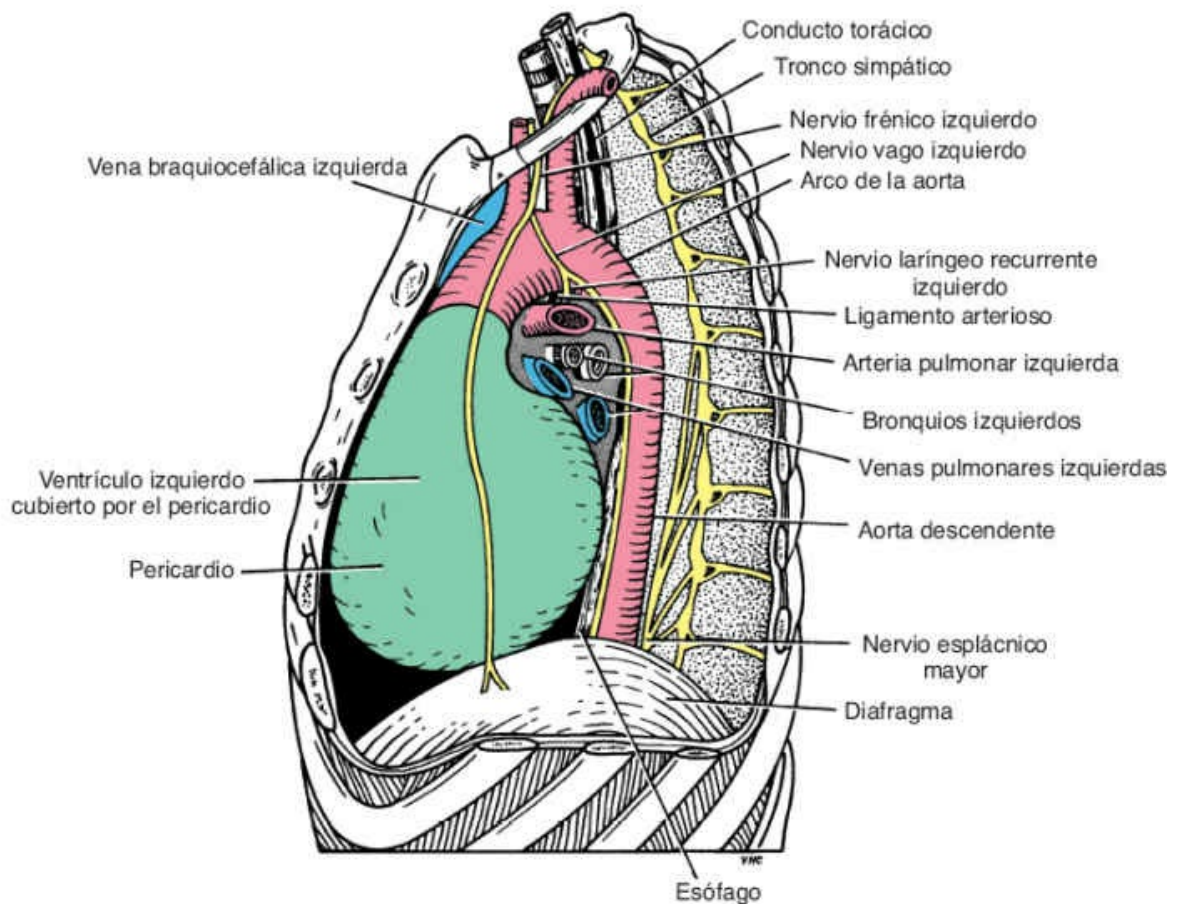
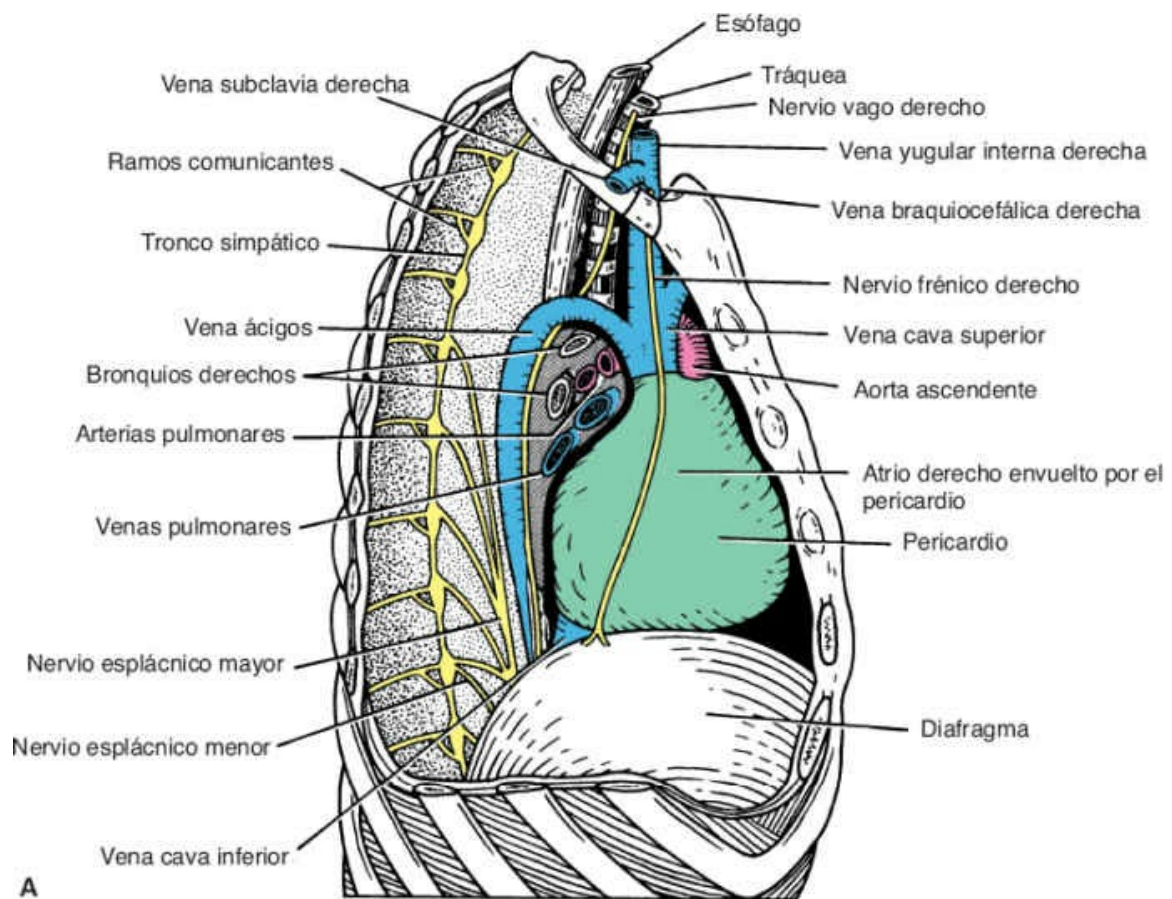


Figura 5-13 Vistas laterales del mediastino. **A.** Vista lateral derecha. **B.** Vista lateral izquierda.

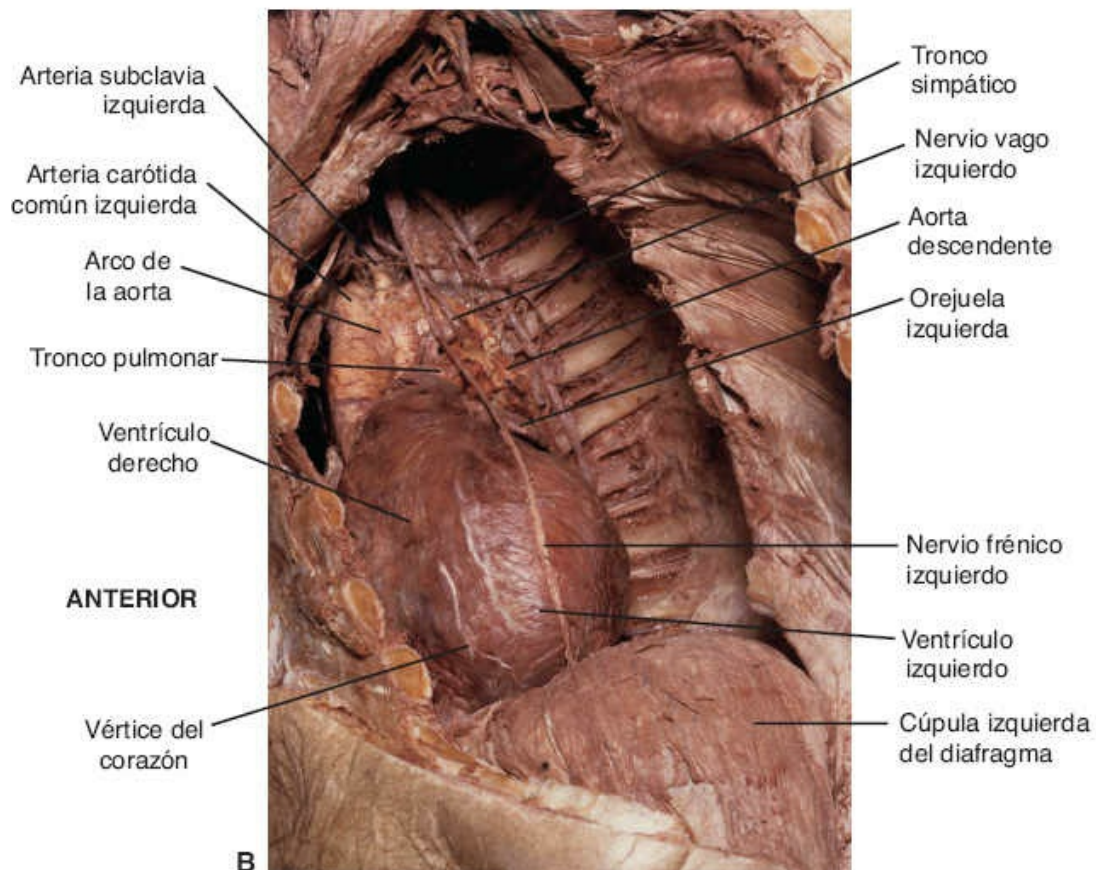
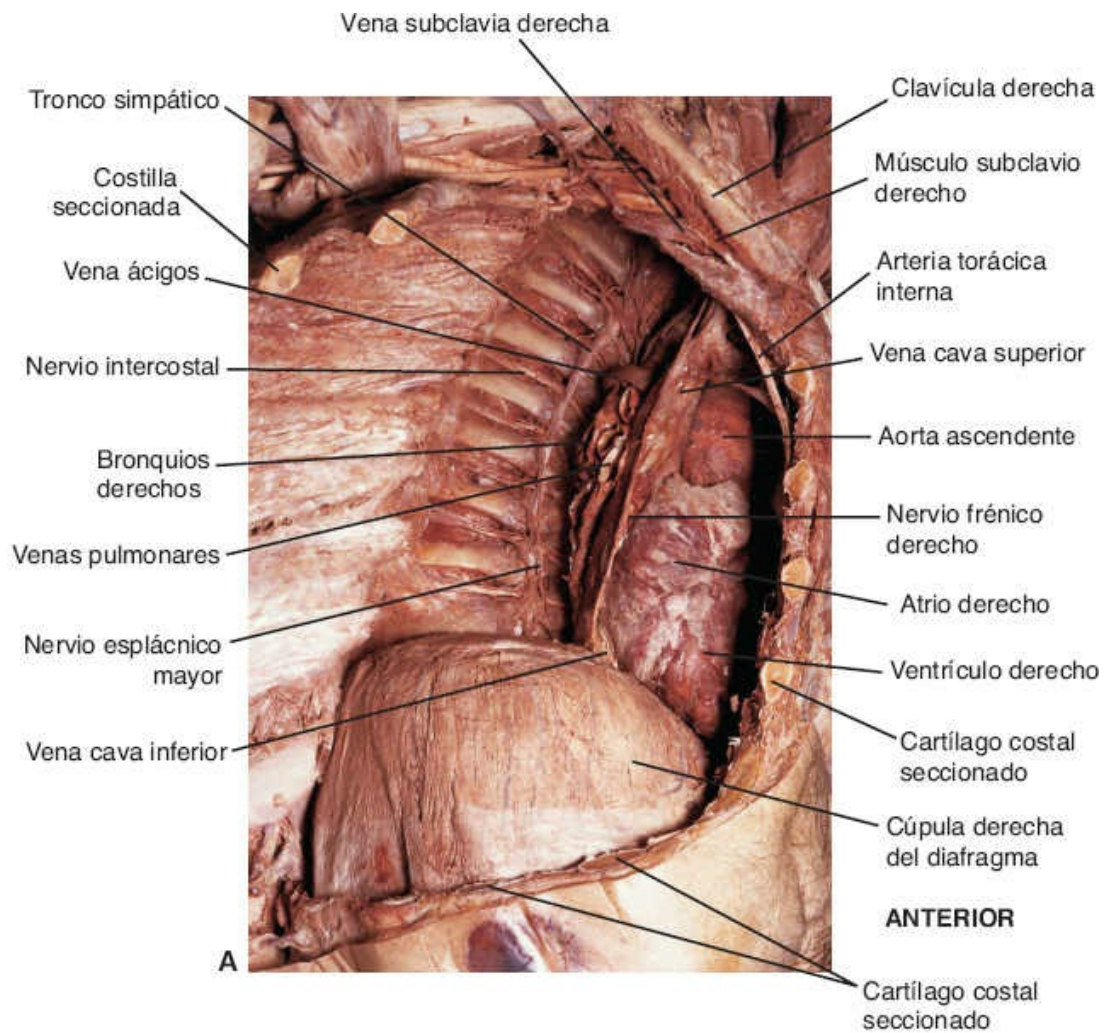


Figura 5-14 Disección del mediastino. Los pulmones, el pericardio y la pleura parietal han sido retirados. **A.** Vista lateral derecha. **B.** Vista lateral izquierda.

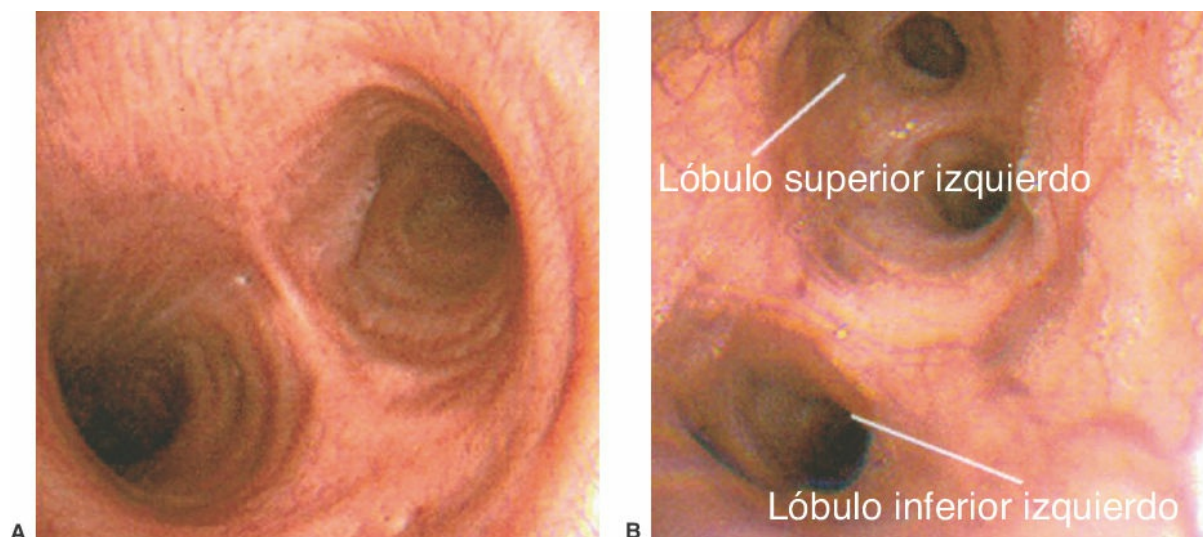


Figura 5-15 Interior del árbol bronquial visto a través de un broncoscopio en funcionamiento. **A.** Bifurcación de la tráquea. Obsérvese el surco de la carina en el centro y la abertura hacia el bronquio principal derecho (*lado derecho*), que constituye una continuación más directa de la tráquea. **B.** Bronquio principal izquierdo. Se muestran las aberturas del bronquio del lóbulo superior izquierdo y su división y el bronquio del lóbulo inferior izquierdo (ambas imágenes son cortesía de: E. D Andersen).

Vascularización

Las arterias tiroideas inferiores (ramas de las arterias subclavias) irrigan los dos tercios superiores de la tráquea, mientras que las arterias bronquiales (ramas de la aorta torácica) irrigan el tercio inferior.

Drenaje linfático

La linfa drena en los nódulos linfáticos pretraqueales y paratraqueales, así como en los nódulos cervicales profundos.

Inervación

El nervio vago y el laríngeo recurrente llevan la información sensorial nerviosa. Los nervios simpáticos inervan el músculo traqueal.

Bronquios

La tráquea se bifurca por detrás del arco de la aorta en los **bronquios derecho e izquierdo principales (primarios)** (véanse [figs. 5-9](#) a [5-12](#)). La **carina** es un surco pequeño en el extremo inferior de la unión de la tráquea y los bronquios principales que separa las aberturas de los bronquios (véanse [figs. 5-1A](#) y [5-10B](#)). Los bronquios se dividen dicotómicamente, dando lugar a millones de bronquiolos terminales que finalizan en uno o más bronquiolos respiratorios. Cada bronquiolo respiratorio se divide en 2 a 11 conductos alveolares que entran

en los sacos alveolares. Los alvéolos emergen de las paredes de los sacos como divertículos (véase *Segmentos broncopulmonares* más adelante).

Cada bronquio principal suministra aire a un pulmón entero (véase [fig. 5-12](#)). Los bronquios principales se dividen después en bronquios lobulares (secundarios), que abastecen aire a cada uno de los lóbulos del pulmón. El bronquio principal derecho es más ancho y corto, y discurre más vertical que el bronquio principal izquierdo; mide cerca de 2,5 cm de largo ([fig. 5-15](#); véanse también [figs. 5-9](#), [5-10](#) y [5-12](#)). Antes de entrar en el hilio del pulmón derecho, el bronquio principal derecho da origen al **bronquio lobular superior**. Al entrar en el hilio, este se divide en los **bronquios lobulares medio e inferior**.

El bronquio principal izquierdo es más estrecho, largo y horizontal que el derecho, y mide cerca de 5 cm de largo. Pasa hacia la izquierda por debajo del arco de la aorta y anterior al esófago (véase [fig. 5-10A](#)). Al entrar en el hilio del pulmón izquierdo, el bronquio principal se divide en **bronquios lobulares superior e inferior**.



Notas clínicas

Compresión de la tráquea

En el cuello, el crecimiento unilateral o bilateral de la glándula tiroides puede provocar un desplazamiento o la compresión de la tráquea. Una dilatación del arco de la aorta (p. ej., por un aneurisma) puede comprimir la tráquea. Con cada sístole cardíaca, el aneurisma pulsátil puede tirar de la tráquea y el bronquio izquierdo, lo que representa un signo clínico que puede palparse sobre la tráquea en la escotadura yugular (supraesternal).

Traqueítis y bronquitis

Los nervios laríngeos recurrentes inervan el revestimiento mucoso de la mayor parte de la tráquea. La **traqueítis** o la **bronquitis** provocan una sensación de ardor en la profundidad del esternón, en lugar de dolor real. Cuando se presentan alteraciones, muchas vísceras abdominales y torácicas dan lugar a dolor que se siente en la línea media (véase [cap. 7](#), *Dolor abdominal*). Al parecer, este fenómeno lo presentan órganos con inervación sensitiva que, en condiciones normales, no se transmite a la consciencia. Las fibras aferentes de estos órganos viajan al sistema nervioso central junto con los nervios autónomos.

Aspiración de cuerpo extraño

La inhalación de cuerpos extraños hacia las vías respiratorias inferiores es frecuente, en especial en los niños. Broches, tornillos, roscas, nueces, cacahuetes (maníes) o trozos de huesos de pollo y juguetes han logrado alcanzar los bronquios. También es posible inhalar piezas dentales cuando un paciente se encuentra bajo anestesia durante una extracción dental complicada. Debido a que el bronquio principal derecho es más ancho y vertical, y posee una continuación más directa desde la tráquea (véanse [figs. 5-9](#), [5-12](#) y [5-15](#)), los cuerpos extraños suelen entrar en este, no en el izquierdo. Desde este punto, los objetos suelen pasar a los bronquios lobulares medio o inferior. Los objetos de gran tamaño suelen alojarse en el bronquio principal derecho, mientras que los objetos pequeños suelen detenerse en el bronquio lobular inferior derecho.

Broncoscopia

La *broncoscopia* permite explorar el interior de la tráquea, la bifurcación, la carina y los bronquios principales. Con experiencia, es posible explorar el interior de los bronquios lobulares y el comienzo de los primeros bronquios segmentarios. Este procedimiento también facilita la obtención de muestras para biopsia de las mucosas y la extracción de cuerpos extraños inhalados (incluso un

imperdible abierto).

La presencia de un cuerpo extraño en la laringe o el edema de la mucosa laríngea ocasionado como consecuencia de una infección o traumatismo pueden requerir asistencia inmediata para prevenir la asfixia. La *traqueostomía* es un método que se emplea con frecuencia para tratar una obstrucción completa (véase [cap. 12](#), *Notas clínicas* sobre la laringe).

PULMONES

En el individuo vivo, los pulmones son blandos y esponjosos, además de ser elásticos. Si se abriera la cavidad torácica, los pulmones se retraerían alrededor de un tercio o menos de su tamaño. En la infancia, son rosados, pero con la edad obtienen un tono oscuro y moteado debido a la inhalación de partículas de polvo que son atrapadas por los fagocitos de los pulmones. Este efecto lo experimentan especialmente las personas que viven en ciudades y los mineros de carbón. Cada uno de los pulmones se localiza a un lado del mediastino. Por lo tanto, el corazón y los grandes vasos, así como el resto de las estructuras en el mediastino, los mantienen separados entre sí. Cada uno de los pulmones es cónico, se encuentra cubierto por la pleura visceral, se une al mediastino solo por el hilio y está suspendido libremente dentro de su propia cavidad pleural.

Los pulmones cuentan con un **vértice** romo, que asciende en el interior del cuello hasta unos 2,5 cm por encima de la clavícula; una **base** cóncava que descansa sobre el diafragma; una **cara costal** convexa, que corresponde a la concavidad de la pared torácica; y una **cara mediastínica**, que se moldea al pericardio y otras estructuras mediastínicas ([fig. 5-16](#)). Más o menos a la mitad de esta cara se encuentra el **hilio**, una depresión donde se une la **raíz** del pulmón (véase [fig. 5-3](#)). Las estructuras que entran o salen del pulmón (bronquios, arterias y venas pulmonares, y vasos linfáticos, vasos bronquiales y nervios) componen la raíz del pulmón. La raíz se encuentra rodeada por una vaina tubular de pleura, que une la pleura parietal mediastínica con la pleura visceral que reviste los pulmones (véanse [figs. 5-4, 5-5, 5-13 y 5-14](#)).

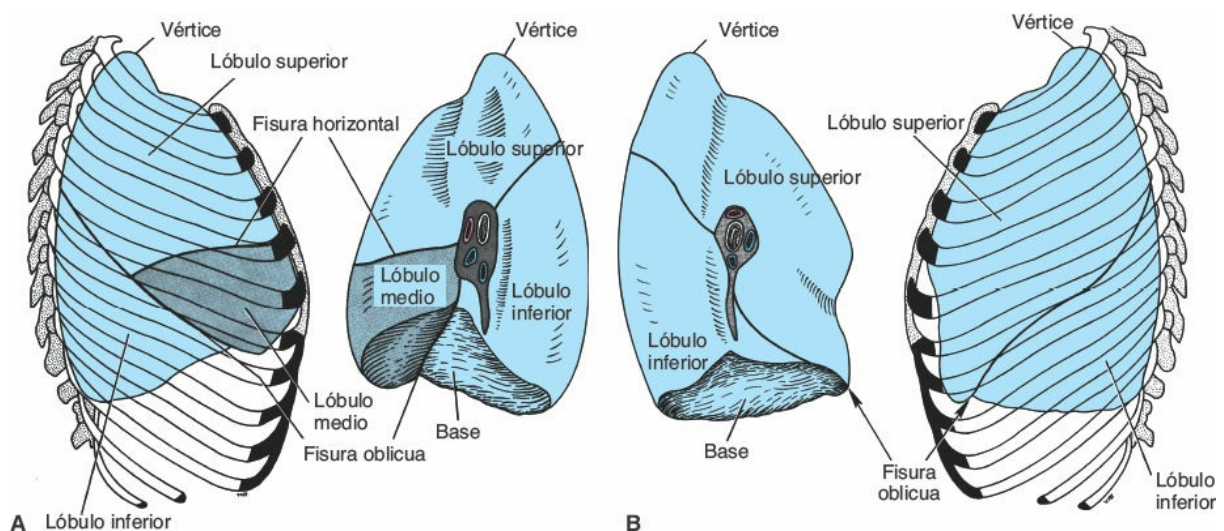


Figura 5-16 Caras pulmonares lateral y medial. **A.** Pulmón derecho. **B.** Pulmón izquierdo.

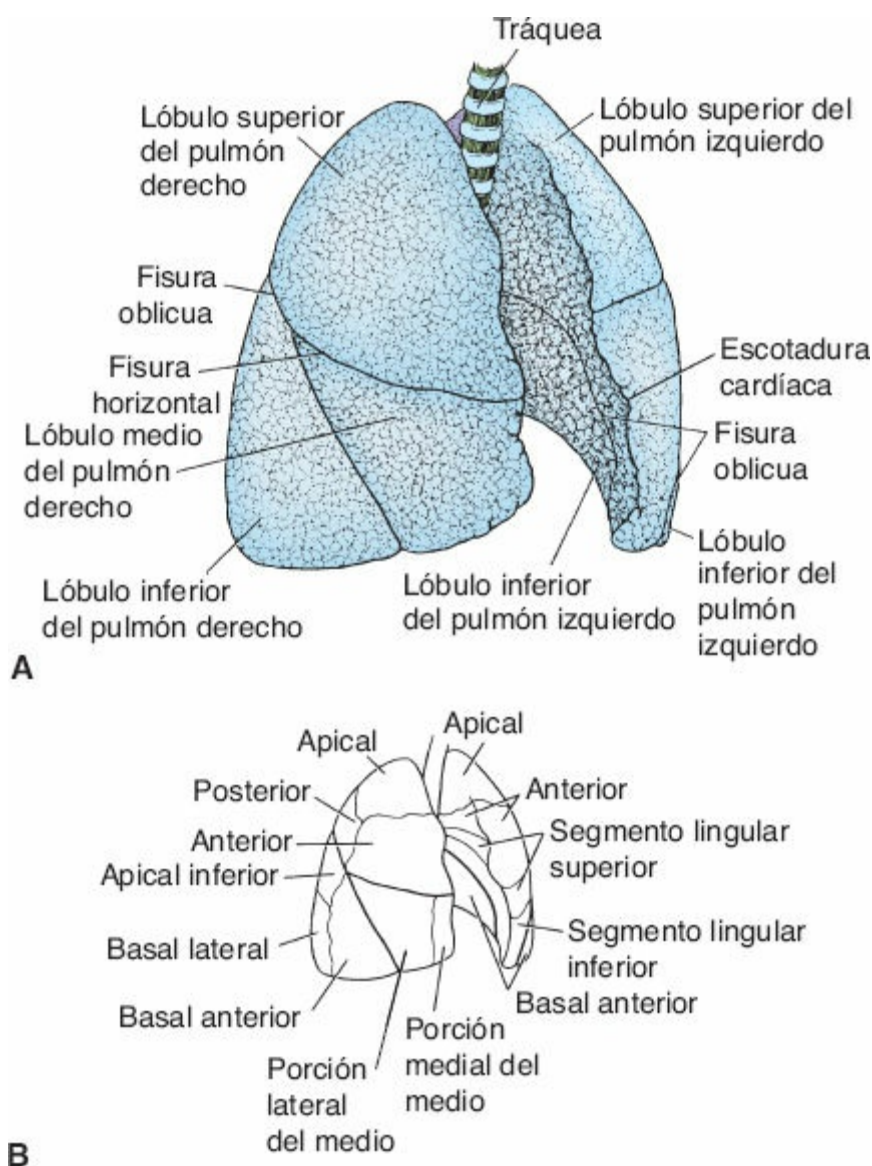


Figura 5-17 Vista lateral derecha de los pulmones. **A.** Lóbulos. **B.** Segmentos broncopulmonares.

Los bordes anteriores del pulmón son delgados y se superponen con el corazón. La **escotadura cardíaca** es una indentación cóncava del borde anterior del pulmón izquierdo que deja la cara anterior del corazón relativamente expuesta (figs. 5-17 a 5-19). La **lígula** es una proyección en forma de lengua del borde anterior del pulmón que se extiende desde el extremo inferior de la escotadura cardíaca. El borde posterior del pulmón es grueso y se halla junto a la columna vertebral.

Lóbulos y fisuras

Las fisuras profundas dividen los pulmones derecho e izquierdo en un número diferente de lóbulos. La distribución de los lóbulos y las fisuras se resume en la [tabla 5-1](#) y se ilustra en las [figuras 5-16 a 5-18](#).

Segmentos broncopulmonares

Los *segmentos broncopulmonares* son las unidades anatómicas, funcionales y quirúrgicas de los pulmones. Cada bronquio lobular (secundario), que pasa al lóbulo del pulmón, se divide en *bronquios segmentarios (terciarios)* (véase [fig. 5-9](#)). Cada bronquio segmentario pasa a constituir una unidad estructural y funcionalmente independiente de un lóbulo pulmonar denominado *segmento broncopulmonar*, delimitado por paredes de tejido conjuntivo ([fig. 5-20](#)). Una rama de la arteria pulmonar acompaña al bronquio segmentario, pero las tributarias de las arterias pulmonares discurren dentro del tejido conjuntivo entre segmentos broncopulmonares adyacentes. Cada segmento posee sus propios vasos linfáticos y aporte nervioso autónomo.

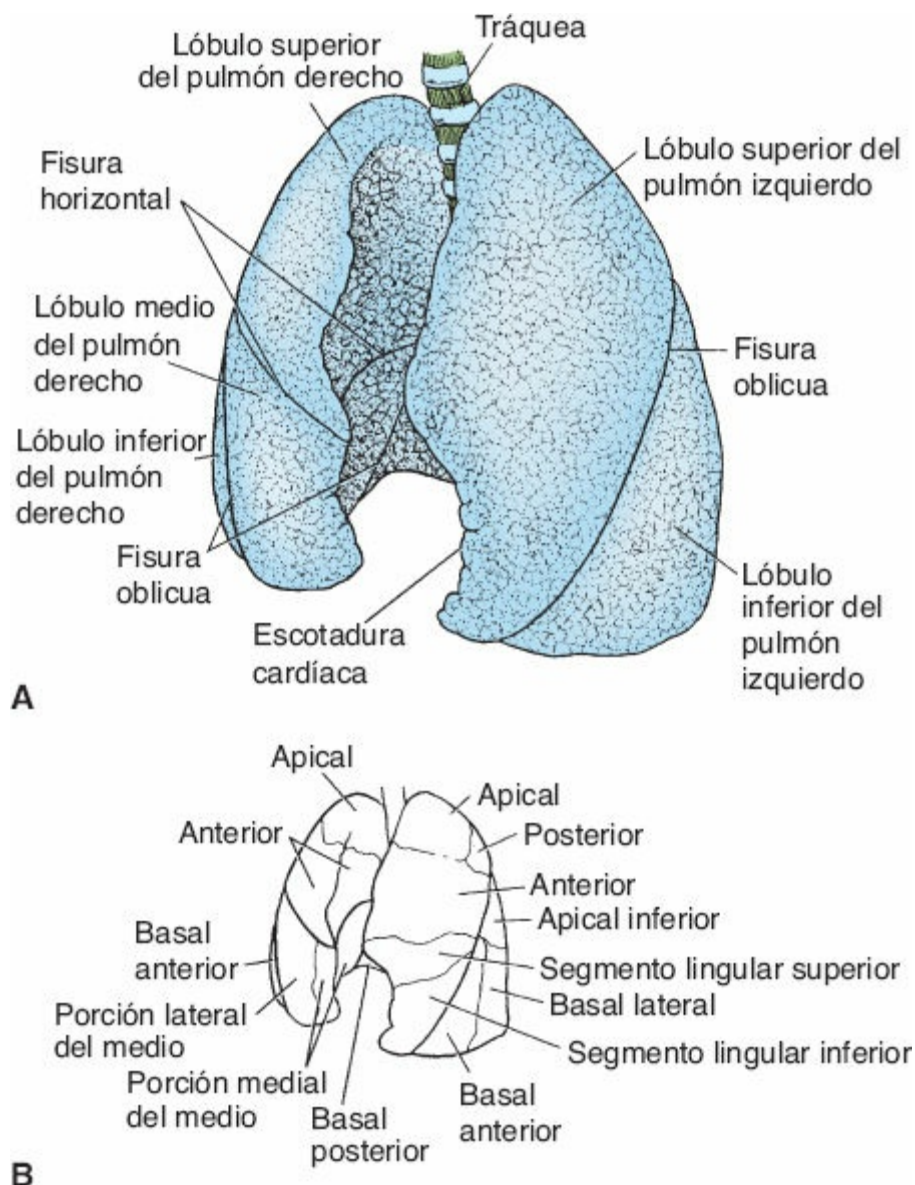


Figura 5-18 Vista lateral izquierda de los pulmones. **A.** Lóbulos. **B.** Segmentos broncopulmonares.

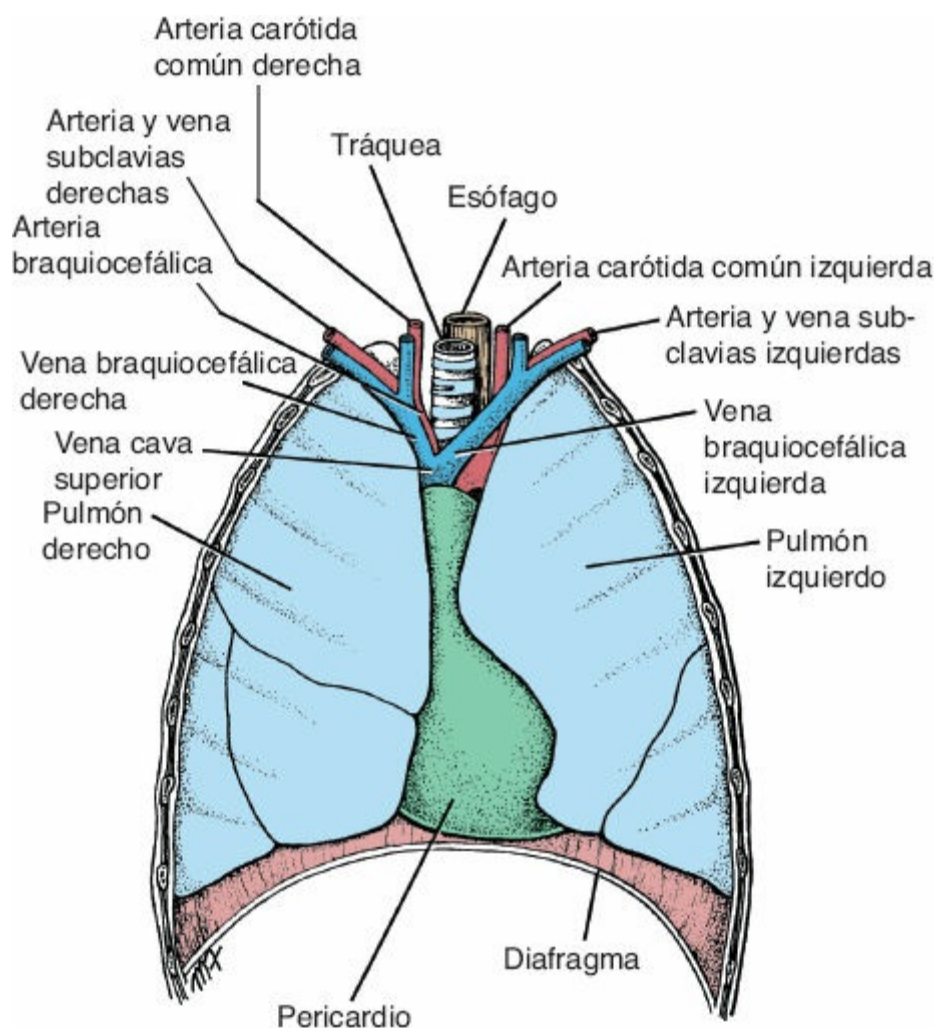


Figura 5-19 El pericardio y los pulmones expuestos desde el frente.

Tabla 5-1 Lóbulos y fisuras pulmonares

	FISURAS	LÓBULOS
Pulmón derecho (ligeramente más grande)	1. Horizontal. Discurre aproximadamente a lo largo de la línea horizontal del cuarto cartílago costal para intersectar la fisura oblicua en la línea medioaxilar. 2. Oblicua. Discurre en un ángulo aproximado de T2 (posterior) a T6 (anterior).	Superior Medio Inferior
Pulmón izquierdo	1. Oblicua. Trayecto similar que en el pulmón derecho. No posee fisura horizontal.	Superior Inferior

Nota: en ambos pulmones, los lóbulos superiores son más anteriores, mientras que los inferiores se localizan más posteriormente. El lóbulo medio es un lóbulo triangular pequeño que se localiza anteroinferiormente, entre los otros dos lóbulos, limitado por las fisuras oblicua y horizontal.

Cada bronquio segmentario se divide repetidamente al entrar en el segmento broncopulmonar (figs. 5-9 y 5-20). A medida que los bronquios se hacen más pequeños, los anillos traqueales son reemplazados por láminas irregulares de cartílago, que van reduciéndose cada vez más en tamaño y número. Los bronquios más pequeños se dividen y dan lugar a los **bronquiolos**, que miden menos de 1 mm de diámetro. Los bronquiolos carecen de cartílago en sus paredes y están revestidos por epitelio cilíndrico ciliado. La submucosa posee una capa de fibras de músculo liso dispuestas circularmente.

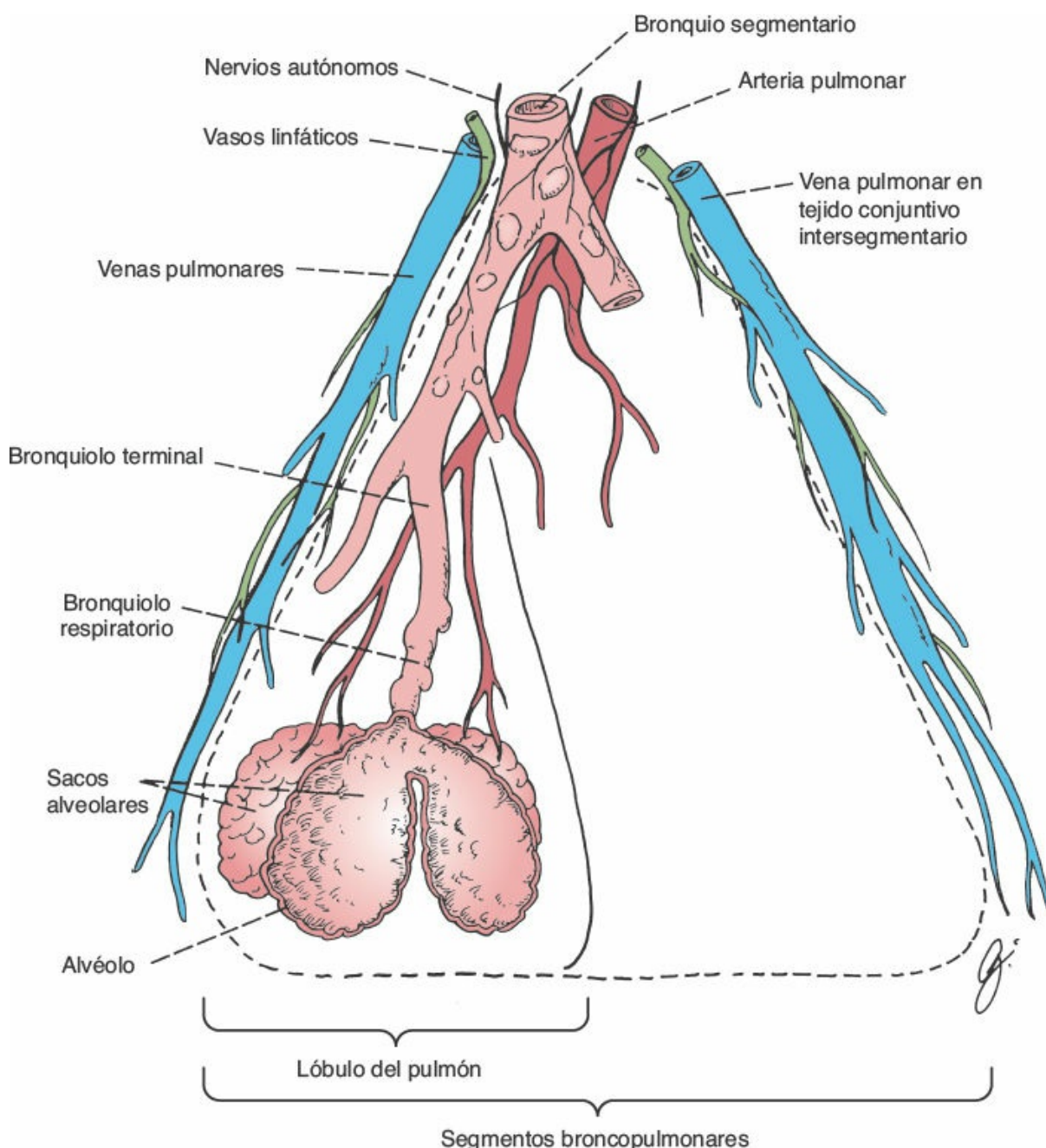


Figura 5-20 Segmento broncopulmonar y lóbulo del pulmón. Obsérvese que las venas pulmonares se localizan dentro de tabiques de tejido conjuntivo que separan los segmentos adyacentes.

Después, los bronquiolos se dividen de nuevo y dan lugar a los **bronquiolos terminales**, que muestran finas evaginaciones desde sus paredes. El intercambio

gaseoso entre la sangre y el aire se lleva a cabo en las paredes de estas evaginaciones, lo cual explica el nombre de **bronquiolo respiratorio**. El diámetro de los bronquiolos es de cerca de 0,5 mm. Los bronquiolos respiratorios terminan dando origen a los **conductos alveolares**, vías tubulares que finalizan en numerosas evaginaciones de paredes finas que se conocen como **sacos alveolares**. Los sacos alveolares se componen de diversos **alvéolos** que desembocan en una sola cavidad ([fig. 5-21](#); véanse también [figs. 5-9](#) y [5-20](#)). Cada uno de los alvéolos está rodeado por una amplia red de capilares sanguíneos. El intercambio gaseoso se lleva a cabo entre el aire de la luz y la pared alveolares y la sangre dentro de los capilares.

Las principales características de los segmentos broncopulmonares incluyen:

- Son una subdivisión del lóbulo pulmonar.
- Son de forma piramidal, con su vértice orientado hacia la raíz de los pulmones.
- Están rodeados de tejido conjuntivo.
- Tienen tres componentes característicos: un **bronquio segmentario (terciario)** en el centro, una **arteria segmentaria** que acompaña el bronquio segmentario y **venas intersegmentarias** localizadas en las paredes de tejido conjuntivo entre los segmentos broncopulmonares adyacentes.
- Tienen sus propios vasos linfáticos y nervios autónomos.
- Debido a que son una unidad estructural, un segmento enfermo puede resecarse quirúrgicamente.

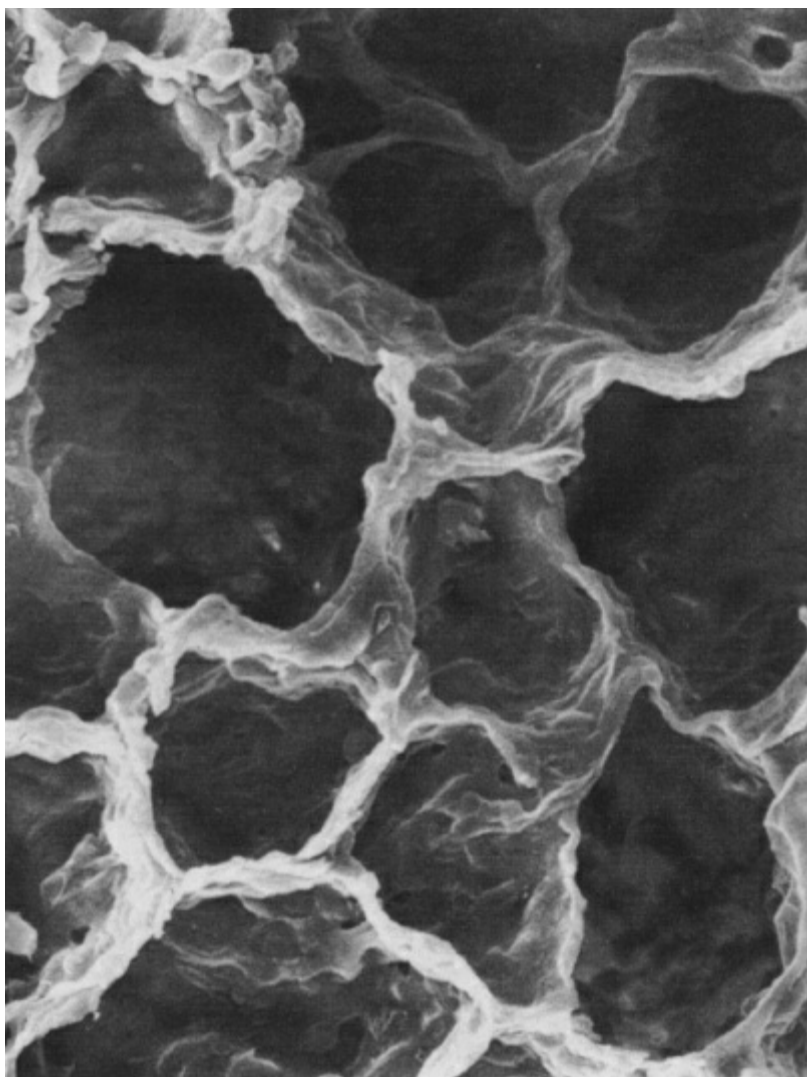


Figura 5-21 Microfotografía electrónica de los pulmones que muestra gran cantidad de sacos alveolares. Los alvéolos son las depresiones, o nichos, a lo largo de las paredes de los sacos alveolares (cortesía de: Dr. M. Koering).

El patrón de flujo funcional dentro de cada segmento broncopulmonar es el siguiente:

- El aire entra y sale del centro de cada segmento broncopulmonar a través del bronquio segmentario.
- La sangre desoxigenada entra en el centro de cada segmento broncopulmonar a través de la arteria segmentaria (una rama de la arteria pulmonar).
- La sangre desoxigenada sale del segmento broncopulmonar a través de las venas intersegmentarias localizadas en la periferia de cada segmento. Estas venas drenan en las venas pulmonares.

El pulmón derecho tiene diez segmentos broncopulmonares y el izquierdo, de ocho a diez. A pesar de que la disposición general de los segmentos broncopulmonares tiene relevancia clínica, memorizar los detalles solo es esencial para aquellos que busquen especializarse en neumología o cirugía.

Los principales segmentos broncopulmonares (véanse [figs. 5-17](#) y [5-18](#)) son:

- **Pulmón derecho:**
Lóbulo superior. Apical, posterior, anterior.
Lóbulo medio. Lateral, medial.
Lóbulo inferior. Superior (apical), basal medial, basal anterior, basal lateral y basal posterior.
- **Pulmón izquierdo:**
Lóbulo superior. Apical, posterior, anterior, lingular superior y lingular inferior.
Lóbulo inferior. Superior (apical), medial basal, anterior basal, lateral basal y posterior basal.

Vascularización

Dos sistemas arteriales distintos llevan a cabo la irrigación de los pulmones. Uno de ellos es el circuito no respiratorio, que abastece a los tejidos del árbol respiratorio y los pulmones. El segundo sistema es el circuito respiratorio (pulmonar), donde se produce el intercambio de gases.

Circuito no respiratorio

Las **arterias bronquiales** (ramas de la aorta descendente) abastecen a los bronquios, el tejido conjuntivo pulmonar y la pleura visceral. Las **venas bronquiales** (que se comunican con las venas pulmonares) drenan en las venas ácigos y hemiácigos.

Circuito respiratorio (pulmonar)

Las **arterias segmentarias** (las ramas terminales de las arterias pulmonares) transportan sangre desoxigenada hacia los segmentos broncopulmonares y los alvéolos (véase [fig. 5-20](#)). Las **venas intersegmentarias**, que transportan sangre oxigenada desde los capilares alveolares, siguen los tabiques de tejido conjuntivo que limitan los segmentos broncopulmonares hacia las venas pulmonares y la raíz del pulmón (véase [fig. 5-20](#)). Dos venas pulmonares salen de cada raíz del pulmón (véase [fig. 5-13](#)) para desembocar en el atrio izquierdo del corazón.

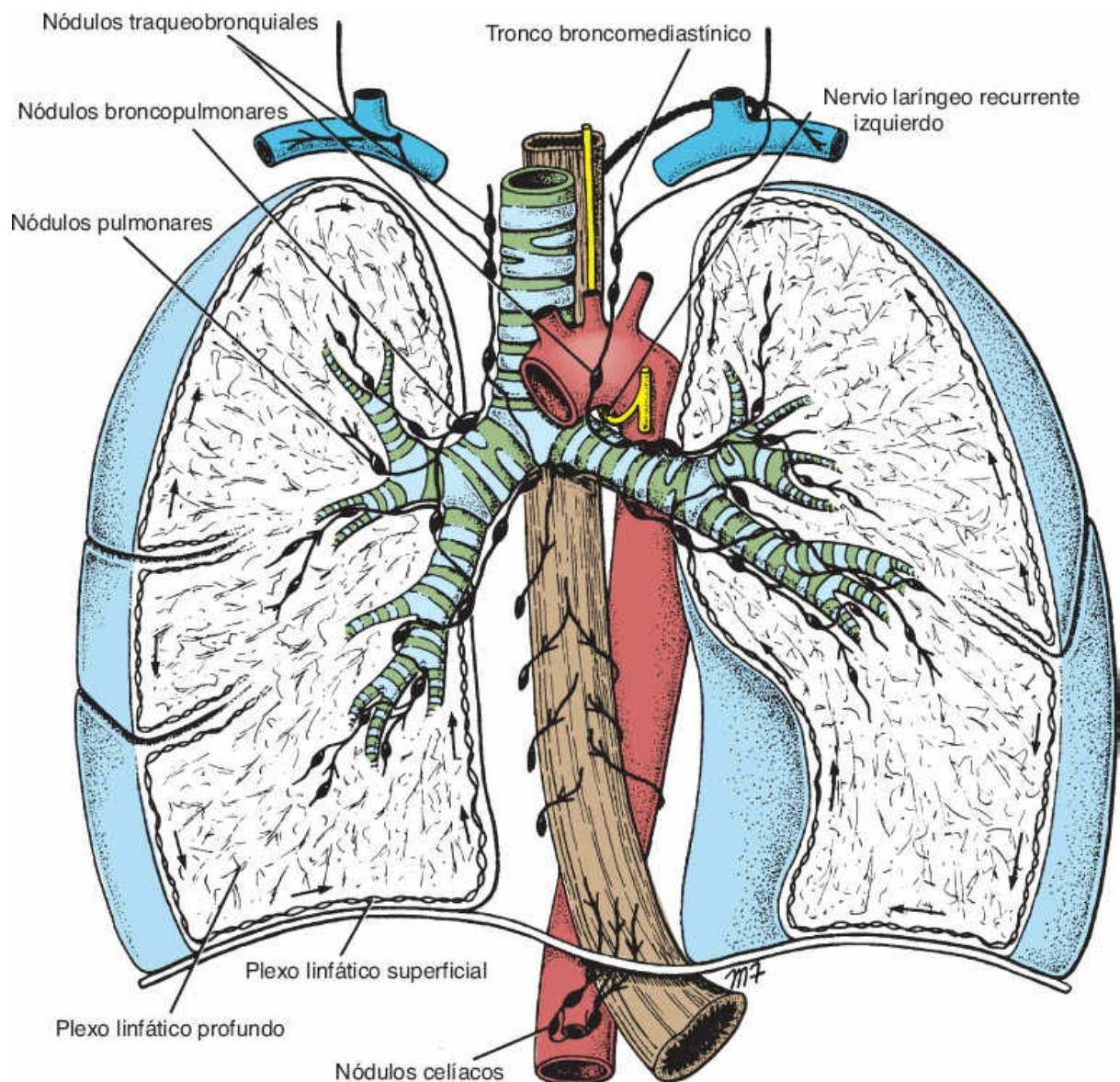


Figura 5-22 Drenaje linfático de los pulmones y el extremo inferior del esófago.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos se originan en los plexos superficial y profundo ([fig. 5-22](#)); no están presentes en las paredes alveolares. El **plexo superficial** (subpleural) se localiza por debajo de la pleura visceral y drena sobre la superficie del pulmón hacia el hilio, donde los vasos linfáticos entran en los **nódulos broncopulmonares**. El **plexo profundo** viaja a lo largo de los bronquios y vasos pulmonares hacia el hilio del pulmón, y pasa a través de los **nódulos pulmonares** ubicados en el tejido pulmonar; a continuación, la linfa entra en los nodulos broncopulmonares en el hilio del pulmón. Toda la linfa del pulmón abandona el hilio y drena en los **nódulos traqueobronquiales** y después en los **troncos linfáticos broncomediastínicos**.

Inervación

Las fibras nerviosas simpáticas (derivadas de las cadenas simpáticas), parasimpáticas (derivadas del nervio vago) y viscerales aferentes se entrecruzan en la raíz de cada pulmón para formar los **plexos pulmonares**. Los ramos de los plexos pulmonares esencialmente siguen los bronquios hacia y dentro de los pulmones.

Los impulsos aferentes derivados de la membrana mucosa bronquial y de los receptores de estiramiento en las paredes alveolares viajan con nervios tanto parasimpáticos como simpáticos hacia el sistema nervioso central. La [tabla 5-2](#) resume las funciones autónomas del pulmón.

Mecánica de la respiración

La respiración consiste en dos fases alternantes, la **inspiración** y la **espiración**, las cuales son posibles a través de el aumento y la disminución de la capacidad de la cavidad torácica. La mecánica de cada fase depende de si la respiración ocurre bajo condiciones de estrés o en reposo. La frecuencia respiratoria varía entre 16 y 20 respiraciones por minuto en pacientes sanos en reposo; es más elevada en niños y menor en adultos mayores.

Tabla 5-2 Funciones autónomas del pulmón

SIMPÁTICAS	PARASIMPÁTICAS
Broncodilatación (inhibición del músculo liso bronquial)	Broncoconstricción (activación del músculo liso bronquial)
Vasoconstricción (activación de los vasos pulmonares)	Vasodilatación (inhibición de los vasos pulmonares)
Inhibición de las glándulas alveolares del árbol bronquial (células epiteliales secretoras de los alvéolos de tipo II)	Secretomotoras para las glándulas del árbol bronquial

Inspiración en reposo

La cavidad torácica es como una caja con una sola abertura en la parte superior conectada a un tubo, la *tráquea* ([fig. 5-23A](#)). El aumento de todos los diámetros de la caja también incrementa su capacidad, lo que causa que el aire, que está a presión atmosférica, entre en la caja a través del tubo.

A continuación, se consideran los tres diámetros de la cavidad torácica y cómo es posible aumentarlos ([véase fig. 5-23](#)).

Diámetro vertical

En teoría, el techo puede ascender y el suelo, descender. El techo está formado por la membrana suprapleural, que se encuentra fija. Por el contrario, el diafragma, móvil, forma el suelo. Cuando el diafragma se contrae, las cúpulas se aplanan y el nivel de este músculo desciende, lo cual aumenta el diámetro

vertical de la cavidad torácica (véase fig. 5-23D).

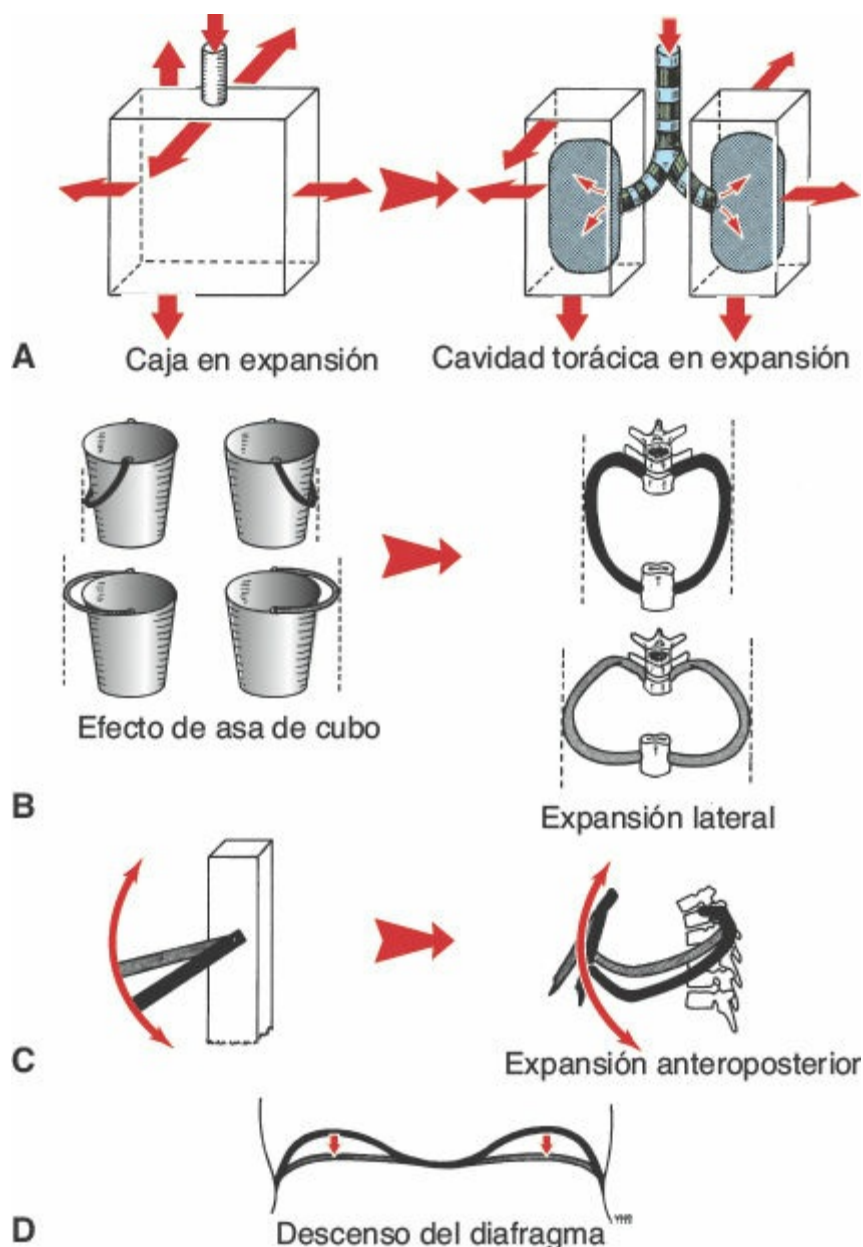


Figura 5-23 Diversas maneras en las que la capacidad de la cavidad torácica aumenta durante la inspiración. **A.** Expansión de la circunferencia completa. **B.** Expansión transversal. **C.** Expansión anteroposterior. **D.** Expansión vertical.

Diámetro anteroposterior

Si se elevaran las costillas, inclinadas hacia abajo, en sus extremos laterales, aumentaría el diámetro anteroposterior de la cavidad torácica, y el extremo inferior del esternón se desplazaría hacia adelante (véase fig. 5-23C). Lo anterior sucede cuando la primera costilla es fijada por la contracción de los músculos escalenos del cuello y los músculos intercostales se contraen (fig. 5-24). Este mecanismo estabiliza el tamaño de los espacios intercostales, además de elevar las demás costillas hacia la primera.

Diámetro transversal

Las costillas se articulan anteriormente con el esternón mediante los cartílagos costales y posteriormente con la columna vertebral. Debido a que las costillas se curvan hacia abajo y adelante alrededor de la pared torácica, puede decirse que se parecen a las asas de un cubo. Por lo tanto, es de esperarse que, cuando se elevan las costillas (como las asas de un cubo), el diámetro transversal de la cavidad torácica aumenta. Como ya se ha descrito, lo anterior ocurre al fijar la primera costilla y elevar las demás hacia esta mediante la contracción de los músculos intercostales (véase [fig. 5-24](#)).

Un factor adicional que no debe pasarse por alto es el efecto del descenso del diafragma sobre las vísceras abdominales y el tono de los músculos de la pared abdominal anterior. A medida que el diafragma desciende durante la inspiración, la presión intraabdominal aumenta. Este incremento de la presión se acompaña de la relajación recíproca de la musculatura de la pared abdominal. No obstante, se alcanza un punto en el que ya no es posible mayor relajación abdominal, y el hígado y otras vísceras abdominales superiores sirven de plataforma para impedir un mayor descenso diafragmático. Con una mayor contracción, el diafragma tendrá ahora apoyo inferior para su centro tendinoso, por lo que sus fibras en contracción (más cortas) ayudarán a los músculos intercostales a elevar las costillas inferiores (véase [fig. 5-24](#)).

Además del diafragma y los músculos intercostales, en la inspiración también se contraen otros músculos de menor importancia, a fin de ayudar a elevar las costillas: los músculos elevadores de las costillas y, posiblemente, los músculos serratos posterosuperiores.

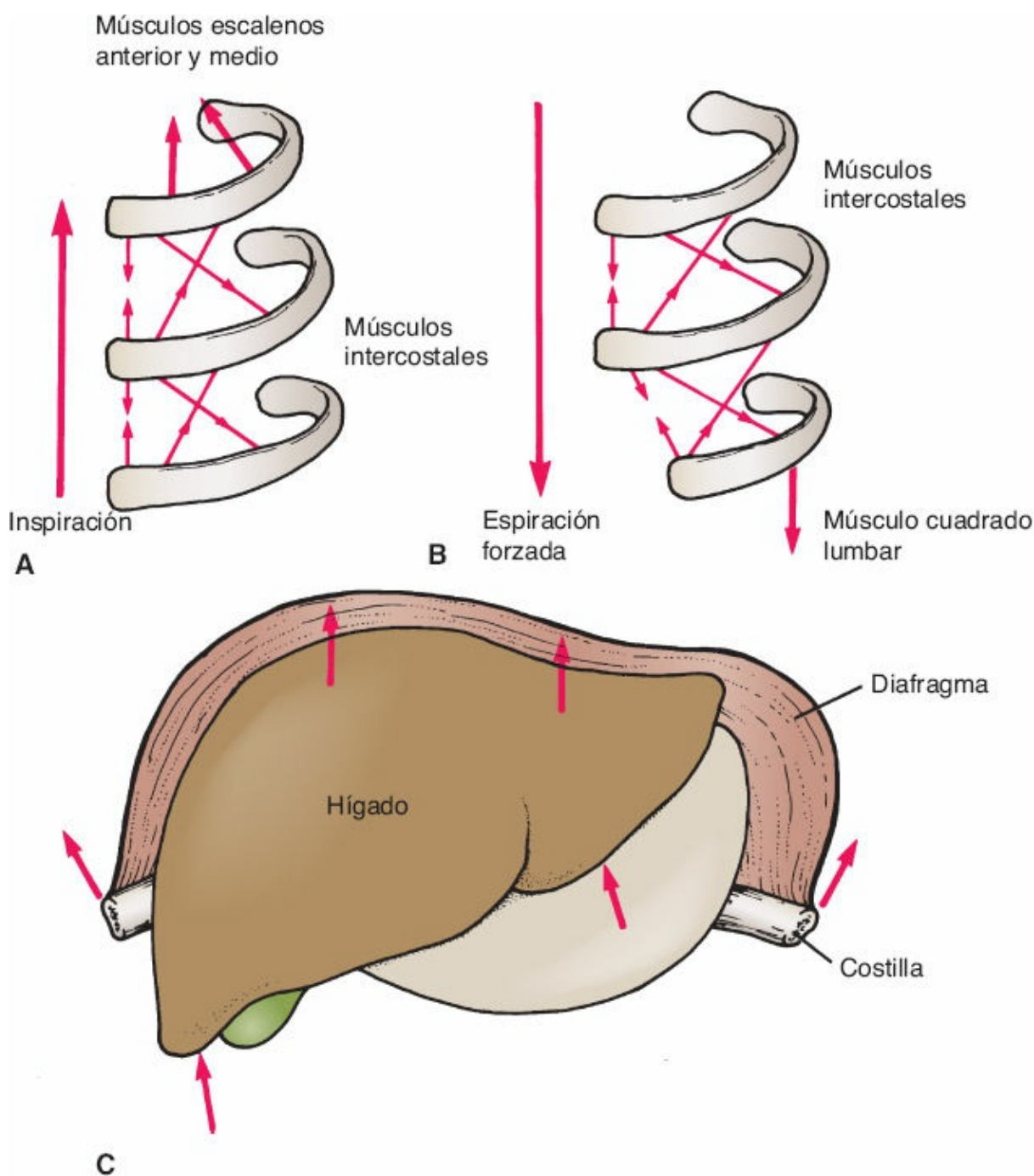


Figura 5-24 Mecánica de la respiración. **A.** Elevación de las costillas mediante los músculos intercostales. Obsérvese que los músculos escalenos fijan la primera costilla o, en la respiración forzada, elevan la primera costilla. **B.** Empleo de músculos intercostales en la respiración forzada cuando la duodécima costilla está fija o descendida por los músculos abdominales. **C.** El hígado utilizado como plataforma para que el diafragma eleve las costillas inferiores.

Inspiración forzada

El aumento máximo en la capacidad de la cavidad torácica se presenta en la inspiración forzada profunda. Todos los músculos capaces de elevar las costillas se ponen en acción, incluyendo los escalenos anterior y medio, y el músculo esternocleidomastoideo. En la dificultad respiratoria, la acción de todos los músculos ya implicados se intensifica, y las escápulas son fijadas por los músculos trapecio, elevador de la escápula y romboides, lo que permite que el

serrato anterior y el pectoral menor eleven las costillas. Apoyarse en el respaldo de una silla o una mesa puede ayudar a los miembros superiores haciendo que las cabezas esternales de los músculos pectorales mayores también participen en el proceso.

Cambios en los pulmones durante la inspiración

Durante la inspiración, el hilio del pulmón desciende y el nivel de la bifurcación de la tráquea puede descender hasta dos vértebras. Los bronquios se alargan y dilatan, al igual que los capilares alveolares, efectos que ayudan a la circulación pulmonar. El aire se introduce en el árbol bronquial como consecuencia de la presión atmosférica positiva ejercida sobre la porción superior de las vías respiratorias y la presión negativa en la superficie externa de los pulmones, derivada del aumento en la capacidad de la cavidad torácica. Como consecuencia de la expansión de los pulmones, el tejido elástico de las paredes bronquiales y el tejido conjuntivo se elongan. A medida que el diafragma desciende, el receso costodiafragmático de la cavidad pleural se abre, y los bordes pulmonares inferiores en expansión descienden a niveles inferiores.

Espiración en reposo

La espiración en reposo es en gran medida un proceso pasivo ocasionado por el retroceso elástico de los pulmones, la relajación de los músculos intercostales y el diafragma y el aumento en el tono de los músculos de la pared abdominal anterior, lo cual desplaza hacia arriba a un diafragma relajado. Los músculos serratos posteroinferiores pueden participar mínimamente en el descenso de las costillas inferiores.

Espiración forzada

La espiración forzada es un proceso activo realizado por la contracción voluntaria de la musculatura de la pared abdominal anterior. El músculo cuadrado lumbar también se contrae y tira de la duodécima costilla. Bajo estas circunstancias, algunos de los músculos intercostales pueden contraerse, unir las costillas y presionarlas inferiormente hacia la duodécima costilla. El músculo serrato posteroinferior y el dorsal ancho también pueden tener un papel mínimo en esta actividad.

Cambios en los pulmones durante la espiración

Las raíces de los pulmones y la bifurcación de la tráquea ascienden durante la espiración. Los bronquios se acortan y contraen. El tejido elástico de los pulmones retrocede, haciendo que estos disminuyan su tamaño. Las áreas en aumento de las pleuras diafragmática y costal se yuxtaponen con el movimiento hacia arriba del diafragma, y el receso costodiafragmático disminuye de tamaño. Los bordes inferiores de los pulmones se encogen y ascienden a un nivel superior.

Tipos de respiración

En los bebés y los niños pequeños, las costillas son casi horizontales. Por lo tanto, los bebés deben valerse principalmente del descenso del diafragma para aumentar su capacidad torácica durante la inspiración. Debido a que ello se acompaña de un marcado desplazamiento hacia adentro y afuera de la pared abdominal anterior, lo que puede observarse con facilidad, la respiración en esta edad se denomina **respiración abdominal**.

Después del segundo año de vida, las costillas adquieren una orientación más oblicua, y se establece el patrón respiratorio del adulto. Una de las diferencias biológicas entre sexos es el tipo de movimientos respiratorios en el adulto. Durante la inspiración, las mujeres suelen depender principalmente de los movimientos de las costillas en lugar del descenso del diafragma. Este efecto se conoce como **respiración torácica**. Los hombres emplean tanto la respiración torácica como la abdominal, pero se valen principalmente de esta última.



Notas clínicas



Notas clínicas

Exploración física de los pulmones

Para la exploración física del paciente, recuerde que los lóbulos superiores de los pulmones pueden explorarse con mayor facilidad desde una posición por delante del tórax y los lóbulos inferiores, por detrás. Es posible explorar áreas de todos los lóbulos desde la axila.

Traumatismo pulmonar

Un médico debe recordar en todo momento que el vértice del pulmón se proyecta superiormente hacia el interior del cuello (2,5 cm por encima de la clavícula), y puede lesionarse por una herida por arma blanca o de fuego en esta región.

A pesar de que los pulmones están bien protegidos por la caja torácica ósea, una astilla de una costilla fracturada puede penetrar el pulmón y provocar el escape de aire hacia la cavidad pleural, lo que ocasiona un neumotórax y el colapso pulmonar. Además, también puede alcanzar el tejido conjuntivo del pulmón. Desde este sitio, el aire puede desplazarse por debajo de la pleura visceral hasta alcanzar la raíz del pulmón. A continuación, pasa hacia el interior del mediastino y, superiormente, hacia el cuello. Una vez que ha alcanzado este lugar, puede distender el tejido subcutáneo, una alteración que se denomina **enfisema subcutáneo**.

Durante la distintas fases de la respiración, los cambios en la posición de las vísceras abdominales superiores y torácicas, así como el nivel del diafragma en relación con la pared torácica, son de relevancia clínica. Una herida penetrante en la parte inferior del tórax puede dañar las vísceras abdominales, según la fase de la respiración al momento de la lesión.

Dolor y neumopatías

El tejido pulmonar y la pleura visceral carecen de terminaciones nerviosas sensibles al dolor, por lo que el dolor torácico siempre es una consecuencia de alteraciones que afectan las estructuras adyacentes. En el caso de tuberculosis o neumonía, por ejemplo, puede no haber dolor.

Una vez que la neumopatía atraviesa la pleura visceral y la cavidad pleural para afectar la pleura parietal, el dolor se vuelve una característica prominente. La neumonía lobular con pleuritis, por ejemplo, produce un dolor desgarrante intenso, que se agrava con la inspiración profunda o la tos. Debido a que la parte inferior de la pleura parietal costal recibe su aporte nervioso desde los cinco nervios intercostales inferiores, los cuales también inervan la piel de la pared abdominal anterior, la

pleuritis en esta área suele producir dolor que se irradia al abdomen. Lo anterior puede conducir a un diagnóstico equivocado de lesión abdominal aguda.

Del mismo modo, la pleuritis de la parte central de la pleura diafragmática, que recibe innervación sensitiva desde el nervio frénico (C3-C5), puede causar dolor irradiado al hombro, pues los nervios supraclaviculares (C3 y C4) innervan esta región.

Acceso quirúrgico a los pulmones

El abordaje quirúrgico de los pulmones o el mediastino suele realizarse a través de un espacio intercostal (véase capítulo 4, *Toracotomía*). Separadores costales especiales permiten una amplia separación de las costillas. Los cartílagos costales son lo suficientemente elásticos como para permitir una flexión considerable. Este método permite la exposición adecuada de los pulmones.

Resección segmentaria de los pulmones (o pulmonar)

Una lesión crónica localizada como la tuberculosis o una neoplasia benigna pueden requerir una resección quirúrgica. Si la enfermedad se limita a un solo segmento broncopulmonar, es posible disecar este segmento y resecarlo, lo que deja al pulmón circundante intacto. La resección segmentaria requiere que el radiólogo y el cirujano torácico cuenten con buen conocimiento sobre los segmentos broncopulmonares y que cooperen ávidamente para localizar por completo la lesión antes de la cirugía.

Carcinoma broncogénico

El carcinoma broncogénico representa cerca de un tercio de todas las muertes por cáncer en hombres, y es cada vez más frecuente en mujeres. Comienza, en la mayoría de los pacientes, en la mucosa que reviste los bronquios de mayor tamaño, por lo que se localiza cerca del hilio del pulmón. La neoplasia se disemina rápidamente a los nódulos traqueobronquiales y broncomediastínicos y puede afectar los nervios laríngeos recurrentes, lo que provoca ronquera. La diseminación a través de los troncos broncomediastínicos puede conducir a la afectación de los nódulos cervicales profundos inferiores, justo por encima del nivel de la clavícula. La diseminación hemática hacia los huesos y el encéfalo es frecuente.

Constricción bronquial (asma bronquial)

Uno de los problemas asociados con el asma bronquial es el espasmo del músculo liso en la pared de los bronquiolos. En particular, este efecto reduce la circunferencia de los bronquiolos durante la espiración, lo que habitualmente provoca que el paciente con asma experimente gran dificultad en la espiración, aunque la inspiración sea normal. Como consecuencia, los pulmones se distienden ampliamente y la cavidad torácica se expande de manera permanente, produciendo lo que se conoce como *tórax en tonel*. Además, el flujo de aire a través de los bronquiolos resulta aún más afectado por la presencia de exceso de moco, que no puede ser expulsado por el paciente debido a una tos ineficaz.

Pérdida de la elasticidad pulmonar

Una gran cantidad de neumopatías, como el enfisema y la fibrosis pulmonar, afectan la elasticidad pulmonar y, por lo tanto, los pulmones son incapaces de retraerse de manera adecuada, produciendo una respiración incompleta. En estos pacientes, los músculos respiratorios deben ayudar en la espiración, que deja de ser un proceso pasivo.

Pérdida de la distensibilidad pulmonar

Enfermedades como la silicosis, la asbestosis, el cáncer y la neumonía interfieren con el proceso de expansión pulmonar durante la inspiración. Por lo tanto, se produce una disminución de la distensibilidad de los pulmones y la pared torácica, y los músculos inspiratorios deben realizar un mayor esfuerzo para llenar de aire los pulmones.

Drenaje postural

La acumulación excesiva de secreciones bronquiales en un lóbulo o segmento pulmonar puede interferir gravemente con el flujo de aire normal hacia los alvéolos. Además, el estancamiento de las

secreciones suele conducir con rapidez a la infección. Para ayudar al drenaje normal de los segmentos bronquiales, los fisioterapeutas suelen cambiar la posición del paciente de manera que la gravedad ayude en el proceso de drenaje. Es necesario un buen conocimiento acerca del árbol bronquial para determinar la posición óptima para el drenaje postural adecuado.



Notas embriológicas

Desarrollo de la pleura y los pulmones

Las vías respiratorias inferiores se desarrollan del intestino embrionario. Inicialmente, se forma una hendidura longitudinal, el **surco laringotraqueal**, en el revestimiento endodérmico del suelo de la faringe. Este da lugar al **tubo laringotraqueal (divertículo respiratorio, esbozo pulmonar)** (fig. 5-25; véase también fig. 5-4). Un **tabique traqueoesofágico** divide el tubo laringotraqueal del intestino, formando dos estructuras: una dorsal, el **esófago**, y otra ventral (anterior), el **primordio respiratorio**. El tubo laringotraqueal crece de manera caudal hacia el mesodermo esplácnico y se divide distalmente en los **esbozos pulmonares derecho e izquierdo**. El cartilago se desarrolla en el mesénquima que rodea el tubo. La porción superior del tubo se convierte en la laringe y la inferior, en la tráquea.

Cada esbozo pulmonar se compone de un tubo endodérmico rodeado de mesodermo esplácnico; todos los tejidos correspondientes al pulmón se derivan de esta unidad. Los esbozos crecen de forma lateral y se proyectan en la porción pleural del celoma embrionario (véanse figs. 5-4 y 5-25). El esbozo pulmonar se divide en los dos o tres lóbulos, correspondientes con el número de bronquios principales y lóbulos del pulmón del adulto. Cada uno de los bronquios principales se divide de forma independiente y dicotómica hasta que se forman los bronquiolos terminales y los alvéolos. La división de los bronquiolos terminales, con la formación de bronquios adicionales y alvéolos, continúa durante un tiempo determinado después del nacimiento.

El mesodermo esplácnico forma la pleura visceral y el somático, la pleura parietal. En el séptimo mes de gestación, las asas capilares conectadas con la circulación pulmonar están lo suficientemente desarrolladas para que, en caso de nacimiento prematuro, el bebé pueda mantenerse con vida. Con el establecimiento de la respiración al nacimiento, los pulmones se expanden y los alvéolos se dilatan. No obstante, los alvéolos en la periferia de cada pulmón no se expanden por completo hasta pasados 3-4 días de vida posnatal.

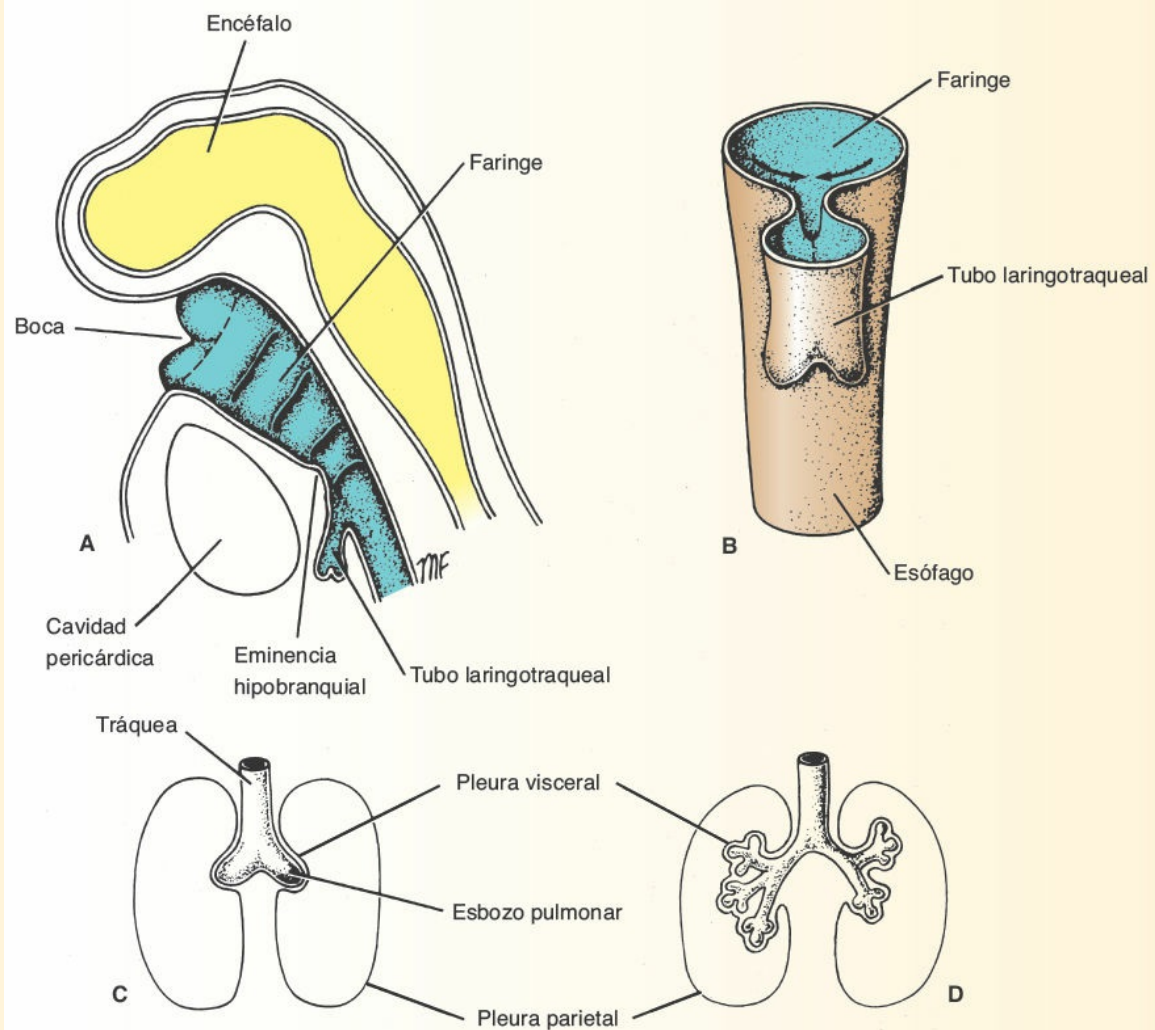


Figura 5-25 Desarrollo de los pulmones. **A.** El surco y el tubo laringotraqueales ya están formados. **B.** Los bordes del surco laringotraqueal se fusionan para constituir el tubo laringotraqueal. **C.** Los esbozos pulmonares se invaginan en la pared del celoma intraembrionario. **D.** Los esbozos pulmonares se dividen para formar los bronquios principales.

Anomalías congénitas: atresia esofágica y fístula traqueoesofágica

En caso de que los bordes del surco laringotraqueal no se fusionen apropiadamente, es posible que se produzca una conexión anómala (fístula) entre el tubo laringotraqueal y el esófago. Si el tabique traqueoesofágico formado por la fusión de los bordes del surco laringotraqueal se desvía posteriormente, el diámetro de la luz del esófago se reduce significativamente. Los diferentes tipos de atresia, con o sin fístula, se muestran en la figura 5-26. La obstrucción del esófago evita que el niño trague saliva y leche, lo que provocaría broncoaspiración hacia la laringe y la tráquea, y podría ocasionar neumonía.

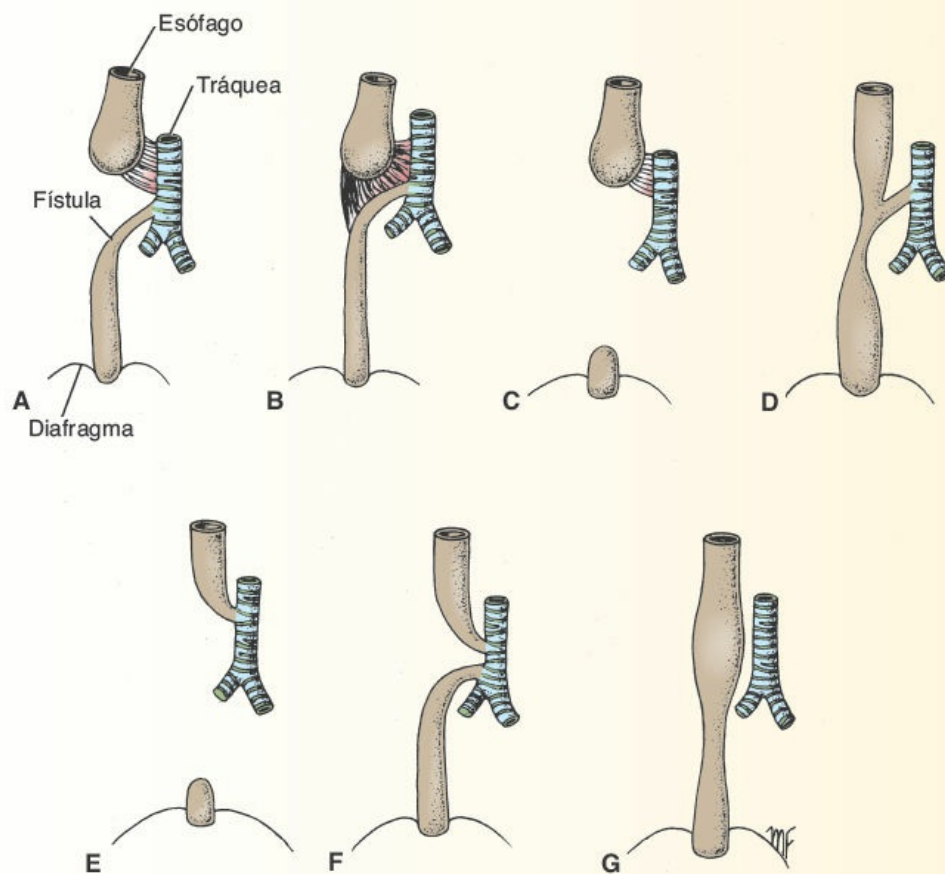


Figura 5-26 Diferentes tipos de atresia esofágica y fistula traqueoesofágica. **A.** Obstrucción completa del esófago con una fistula traqueoesofágica. **B.** Similar al tipo A, pero las dos partes del esófago están unidas por tejido fibroso. **C.** Obstrucción completa del esófago; el extremo distal es rudimentario. **D.** Fístula traqueoesofágica con estrechamiento del esófago. **E.** Fístula esofagotraqueal; el esófago no se conecta con el extremo distal, que es rudimentario. **F.** Fístulas traqueoesofágica y esofagotraqueal separadas. **G.** Estrechamiento del esófago sin fístula. En la mayoría de los casos, el segmento esofágico inferior se comunica con la tráquea, y los tipos A y B se presentan con mayor frecuencia.

PERICARDIO

El *pericardio* es un saco fibroso que alberga el corazón y las raíces de los grandes vasos (véase [fig. 5-19](#)). Su función es restringir los movimientos excesivos del corazón como unidad, así como actuar como un recipiente lubricado en cuyo interior diferentes partes del corazón pueden contraerse sin las estructuras circundantes. El pericardio se localiza en la línea media del mediastino (véanse [figs. 5-2](#), [5-13](#) y [5-19](#)), posterior al cuerpo del esternón y los cartílagos costales segundo a sexto, y anterior a las vértebras T5-T8.

Pericardio fibroso

El pericardio fibroso es la capa externa, fibrosa y resistente del saco ([fig. 5-27](#);

véase también [fig. 5-1](#)). Inferiormente, se adhiere con firmeza al centro tendinoso del diafragma. Se fusiona con las capas externas de los vasos sanguíneos que lo atraviesan: aorta, tronco pulmonar, venas cavas inferior y superior, y venas pulmonares ([fig. 5-28](#)). El pericardio fibroso se une al frente con el esternón mediante bandas fibrosas llamadas *ligamentos esternopericárdicos*.

Pericardio seroso

El pericardio seroso reviste el pericardio fibroso y cubre el corazón. Se divide en hojas parietal y visceral (véanse [figs. 5-1](#) y [5-27](#)).

La **hoja parietal** reviste la superficie interna del pericardio fibroso y rodea las raíces de los grandes vasos para continuar con la hoja visceral del pericardio seroso, que reviste de forma estrecha el corazón (véanse [figs. 5-27](#) y [5-28](#)).

La **hoja visceral** se encuentra estrechamente unida a la superficie externa del corazón y suele denominarse **epicardio**. El espacio potencial que existe entre las hojas parietal y visceral se conoce como **cavidad pericárdica** (véase [fig. 5-27](#)). Por lo general, la cavidad contiene una pequeña cantidad de tejido líquido (cerca de 50 mL), el **líquido pericárdico**, un lubricante cuya función es facilitar los movimientos del corazón.

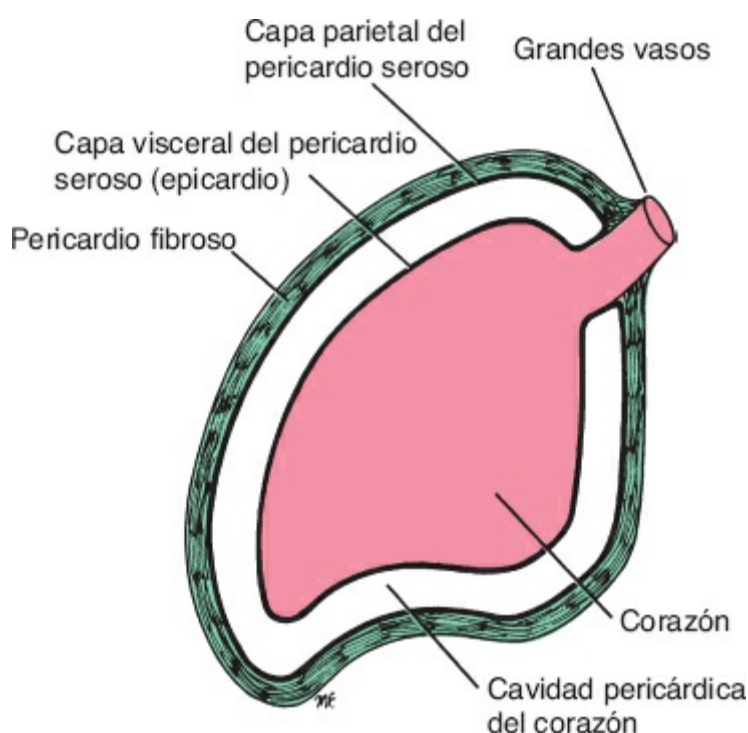


Figura 5-27 Diferentes capas del pericardio.

Senos pericárdicos

Los *senos pericárdicos* son espacios posteriores al corazón formados por pliegues del pericardio seroso alrededor de los grandes vasos. Los pliegues alrededor de las grandes venas forman un fondo de saco en forma de “U”

invertida llamado **seno oblicuo** (véase fig. 5-28). Este discurre a lo largo del eje longitudinal del corazón, desde el vértice hasta la aorta ascendente. El espacio horizontal relativamente corto entre el pliegue del pericardio seroso alrededor de la aorta y el tronco pulmonar y el pliegue alrededor de las grandes venas compone el **seno transverso**. Los senos pericárdicos se derivan de la forma en la que el corazón se dobla durante el desarrollo (véase *Notas embriológicas* más adelante). Se trata de extensiones de la cavidad pericárdica que no son compartimentos separados.

Inervación

Los nervios frénicos conducen fibras sensitivas desde el pericardio fibroso y la hoja parietal del pericardio seroso (véanse figs. 5-13 y 5-28). Las fibras viscerales aferentes discurren junto con los ramos de los troncos simpáticos y los nervios vagos desde la hoja visceral del pericardio seroso.

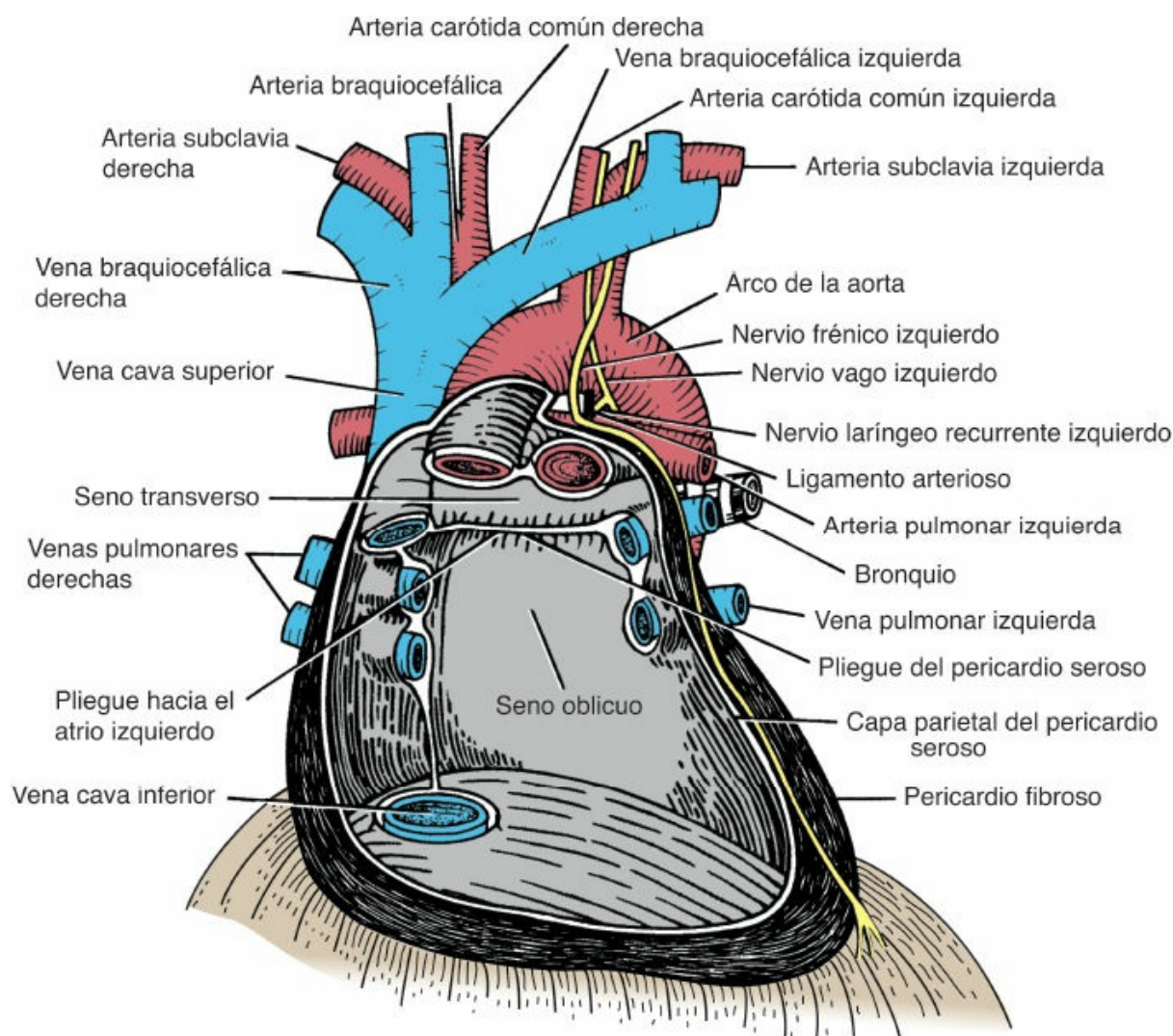


Figura 5-28 Grandes vasos e interior del pericardio.



Notas clínicas

Pericarditis

La *pericarditis* es la inflamación del pericardio. En esta alteración, se produce una acumulación excesiva de líquido en la cavidad pericárdica, que puede comprimir los atrios, de paredes delgadas, e interferir con el llenado del corazón durante la diástole. Esta compresión del corazón se conoce como **taponamiento cardíaco**.

El taponamiento cardíaco también puede presentarse debido a heridas por armas blancas o de fuego, cuando hay penetración de las cavidades del corazón. La sangre sale hacia la cavidad pericárdica y puede restringir el llenado cardíaco.

El endurecimiento de las hojas parietal y visceral del pericardio seroso ocasionado por el exudado inflamatorio que se origina en la pericarditis aguda produce el **frote pericárdico**, el cual puede palparse y escucharse con un fonendoscopio.

La **pericarditis constrictiva** ocurre cuando el pericardio fibroso se vuelve rígido como consecuencia de la inflamación. El resultado es una mayor resistencia a los movimientos del corazón y el flujo sanguíneo.

El exceso de líquido acumulado en la pericarditis puede aspirarse desde la cavidad pericárdica. Este proceso se denomina **paracentesis**. La aguja puede introducirse a la izquierda del proceso xifoides en dirección superoposterior, en un ángulo de 45° con la piel. Cuando la paracentesis se lleva a cabo en este sitio, la pleura y el pulmón no se dañan debido a la presencia de la escotadura cardíaca.

CORAZÓN

El *corazón* es un vaso sanguíneo agrandado y dividido internamente especializado para el bombeo. Su principal y particular característica funcional es la capa miocárdica compuesta de forma predominante por músculo cardíaco. El corazón tiene una forma similar a una pirámide y se ubica dentro del pericardio, en el mediastino medio ([fig. 5-29](#); véanse también [figs. 5-2](#) y [5-28](#)). Su base se conecta con los grandes vasos, pero, por lo demás, yace libre dentro del pericardio.

El corazón contiene cuatro cavidades: dos **atrios** y dos **ventrículos** ([figs. 5-30](#), [5-31](#) y [5-32](#)). Los atrios y los ventrículos se comunican a través de **válvulas atrioventriculares**. Los atrios reciben sangre venosa, y la bombean solo a los ventrículos inmediatamente adyacentes, por lo que se consideran cavidades de presión baja. Los ventrículos bombean sangre fuera del corazón y generan pulsos sistémicos y pulmonares de sangre, por lo que, en comparación, son cavidades de alta presión. Los ventrículos son las principales fuentes de energía para la circulación de la sangre.

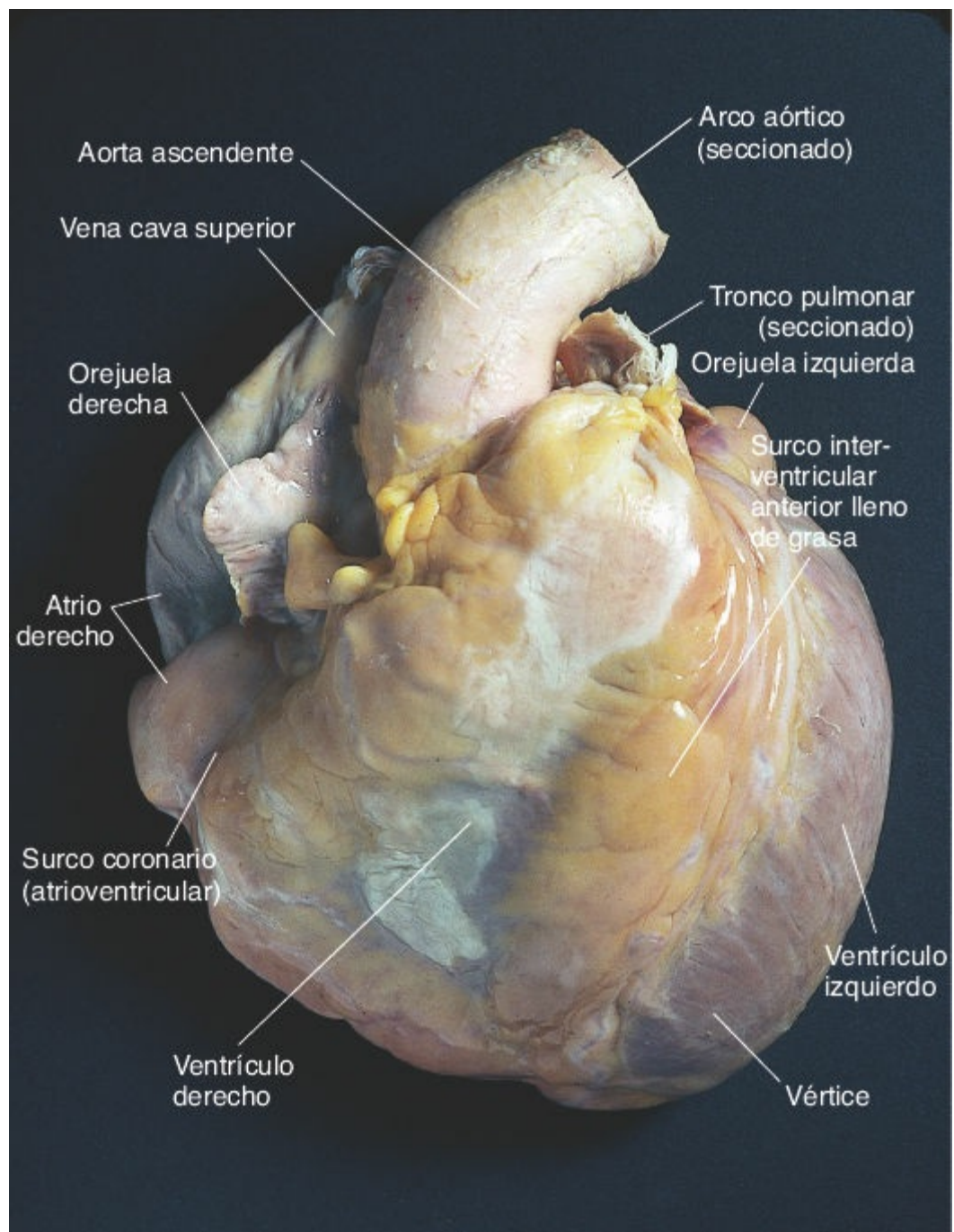


Figura 5-29 Parte anterior del corazón; el pericardio fibroso y el pericardio seroso parietal se han retirado. Obsérvese la presencia de grasa debajo del pericardio seroso visceral en los surcos atrioventricular e interventricular. Las arterias coronarias se localizan dentro de esta grasa.

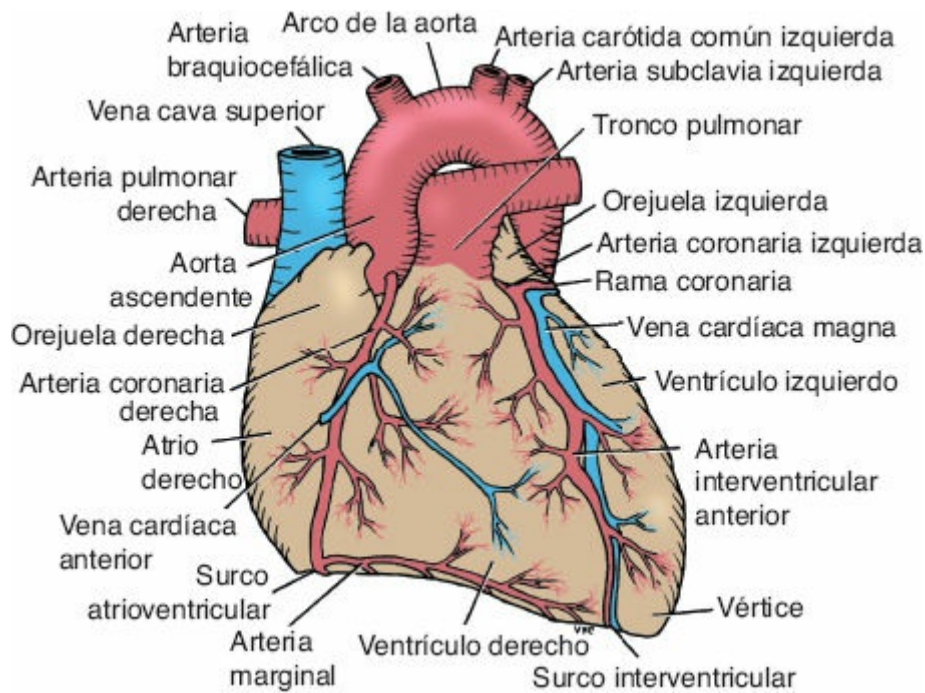


Figura 5-30 Parte anterior del corazón y los grandes vasos. Obsérvese el trayecto de las arterias coronarias y las venas cardíacas.

El corazón tiene dos circuitos funcionales, el hemicardio derecho y el hemicardio izquierdo. El **hemicardio derecho** (atrio y ventrículo derechos) es la bomba del **circuito pulmonar**. En este, la sangre recorre una distancia relativamente corta hacia los pulmones y regresa en contra de una resistencia periférica baja. El **hemicardio izquierdo** (atrio y ventrículo izquierdos) es la bomba del **circuito sistémico**. En este último, la sangre recorre una distancia larga contra una gran resistencia periférica.

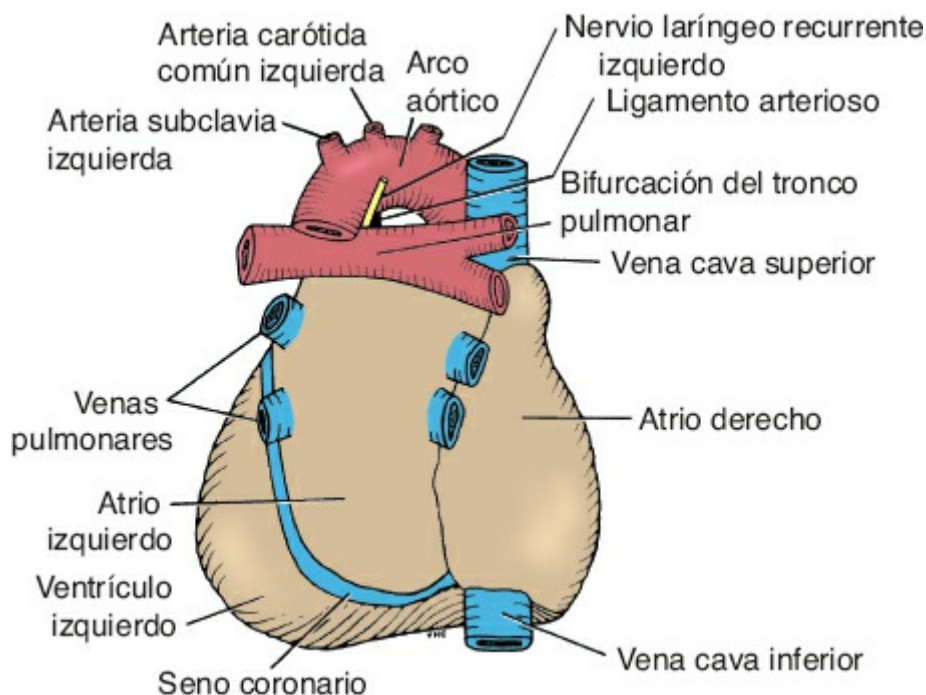


Figura 5-31 Parte posterior, o base, del corazón.

Orientación

El corazón tiene una orientación oblicua dentro del tórax, con un vértice (extremo puntiagudo) dirigido anteroinferiormente y a la izquierda (véanse [figs. 5-29](#) y [5-30](#)). Cerca de dos tercios del corazón se localizan a la izquierda de la línea media y un tercio, a la derecha de la línea media.

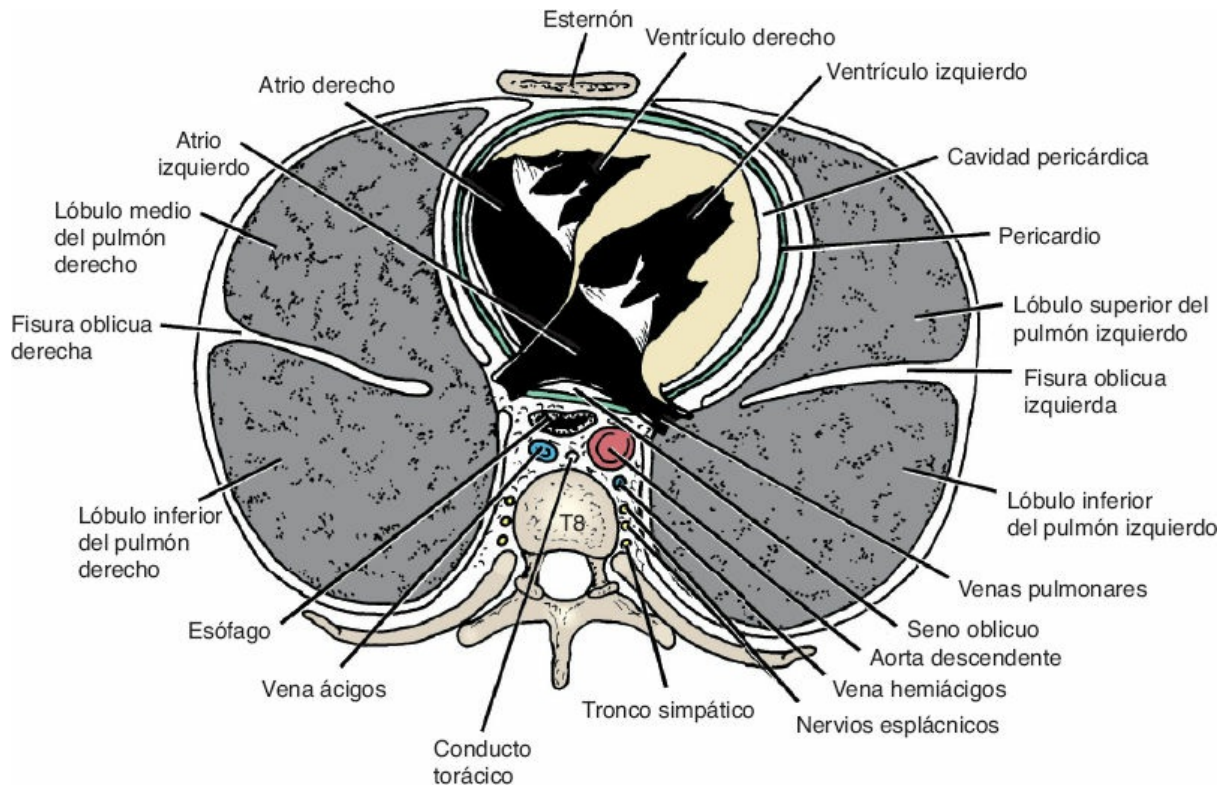


Figura 5-32 Sección transversal del tórax a nivel de la vértebra T8.

El ventrículo izquierdo forma el **vértice** del corazón. Se localiza a nivel del quinto espacio intercostal, a 9 cm de la línea media. El latido de la punta (vértice) puede observarse y palparse en el paciente vivo.

Caras

El corazón tiene tres caras: esternocostal (anterior), diafragmática (inferior) y base (posterior) (véanse [figs. 5-29](#) a [5-31](#)).

El atrio y el ventrículo derechos están separados entre sí por el **surco coronario** vertical (o **surco atrioventricular**) y componen principalmente la **cara esternocostal (anterior)** (véanse [figs. 5-29](#) y [5-30](#)). El ventrículo derecho está separado del ventrículo izquierdo a través del **surco interventricular anterior**.

Los ventrículos derecho e izquierdo (separados por el surco interventricular posterior) forman principalmente la **cara diafragmática (inferior)** del corazón. La cara inferior del atrio derecho, en donde desemboca la vena cava inferior, también forma parte de esta sección.

El atrio izquierdo (que recibe las cuatro venas pulmonares) forma la **base** del

corazón, o la **cara posterior** (véase [fig. 5-31](#)). Debe tenerse en cuenta que la base del corazón se llama así porque el corazón tiene forma de pirámide y la base se opone al vértice. El corazón no descansa en su base, sino que lo hace sobre su cara diafragmática (inferior).

Bordes

El atrio derecho forma el **borde derecho** del corazón (véase [fig. 5-30](#)). La orejuela izquierda y el ventrículo izquierdo forman el **borde izquierdo**. El ventrículo derecho forma principalmente el **borde inferior (borde derecho)**, pero el atrio derecho contribuye con una pequeña porción. Es importante reconocer estos bordes cuando se valora una radiografía del corazón (véanse [figs. 5-48 y 5-49](#)).

Estructura cardíaca

La pared cardíaca posee tres capas. La capa visceral del pericardio seroso (**epicardio**) constituye la capa externa. El músculo cardíaco (**miocardio**) es el componente principal de la capa media. Una capa de endotelio (**endocardio**) reviste la superficie interna y forma la capa interna del corazón. La porción atrial del corazón posee paredes relativamente delgadas, mientras que la porción ventricular del corazón posee paredes gruesas (véase [fig. 5-32](#)).

Dos tabiques internos dividen al corazón en sus cuatro cavidades. El **tabique interatrial (atrial)** separa los atrios derecho e izquierdo. Este tabique discurre desde la pared anterior del corazón hacia la posterior y a la derecha. El **tabique interventricular (ventricular)** separa los ventrículos derecho e izquierdo. Este tabique yace de forma oblicua, con su cara derecha dirigida hacia adelante y a la derecha, y su cara izquierda en dirección posterior y a la izquierda. El tabique interventricular tiene una porción **muscular** inferior gruesa y una porción **membranosa** superior, más fina y pequeña. Los surcos interventriculares anterior y posterior en la superficie del corazón marcan la posición del tabique interventricular ([fig. 5-33](#); véanse también [figs. 5-29 y 5-30](#)).

Atrio derecho

El atrio derecho tiene dos partes: una **cavidad principal (atrio)** y una evaginación pequeña similar a una oreja, la **orejuela** (véanse [figs. 5-30 y 5-33](#)). Una hendidura vertical, el **surco terminal**, viaja sobre la superficie externa del corazón en la unión entre el atrio y la orejuela derechos. Forma un pliegue análogo en la parte interna, la **cresta terminal**. La cresta indica el límite entre el atrio y la orejuela. El atrio posee paredes lisas y se deriva del **seno venoso** embrionario. La orejuela tiene una pared trabeculada por haces de fibras musculares, los **músculos pectíneos**. Esta área se desarrolla a partir del atrio embrionario primitivo.

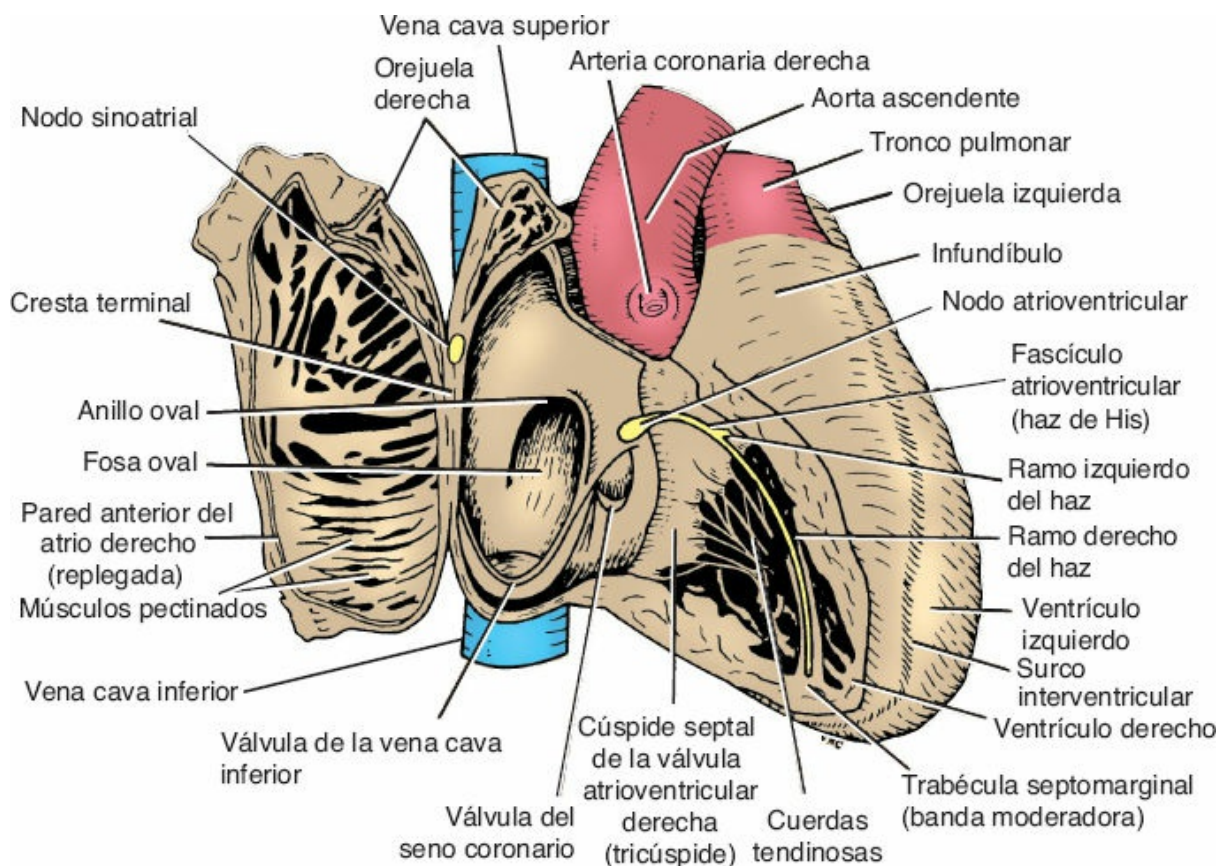


Figura 5-33 Interior del atrio derecho y el ventrículo derecho. Nótese la posición de los nodos sinoatrial y atrioventricular y el fascículo atrioventricular.

Aberturas hacia el atrio derecho

La sangre regresa al corazón desde la mitad superior del cuerpo a través de la **vena cava superior**, que desemboca en la porción superior del atrio derecho; no tiene válvula. La sangre regresa al corazón desde la mitad inferior del cuerpo a través de la **vena cava inferior** (de mayor tamaño que la vena cava superior), que desemboca en la porción inferior del atrio derecho. Una válvula rudimentaria no funcional en el adulto, la **válvula de la vena cava inferior**, protege la abertura de la vena cava inferior.

El **seno coronario**, que drena la mayor parte de la sangre de la pared cardíaca, desemboca en el atrio derecho entre la vena cava inferior y el orificio atrioventricular. La válvula del **seno coronario**, que es rudimentaria y no funcional en el adulto, protege esta abertura.

La **válvula atrioventricular derecha (válvula tricúspide)** regula el **orificio atrioventricular derecho**, yace anterior a la abertura de la vena cava inferior (véase [fig. 5-33](#)).

Gran cantidad de pequeños orificios de pequeñas venas también drenan la pared cardíaca y desembocan en el atrio derecho.

Restos fetales

La **fosa oval** y el **anillo oval** se localizan en el **tabique interatrial**, que separa el atrio derecho del izquierdo (véase [fig. 5-33](#)). La fosa oval es una depresión

superficial que indica la ubicación del **foramen oval** en el feto (véanse [figs. 5-42 y 5-44A](#)). El anillo oval forma el borde superior de la fosa. El suelo de la fosa representa el **septum primum persistente** del corazón embrionario, y el anillo deriva de la porción inferior del **septum secundum** (véase [fig. 5-42E](#)).

Las válvulas de la vena cava inferior y el seno coronario son proporcionalmente mayores en el corazón fetal y su función es dirigir las corrientes de flujo sanguíneo a través del atrio derecho.

Ventrículo derecho

La sangre fluye a través del **orificio atrioventricular derecho** y pasa desde el atrio derecho al ventrículo derecho. A continuación, la sangre abandona el ventrículo a través del **orificio pulmonar** y entra en el tronco pulmonar ([fig. 5-34A,F](#); véase también [fig. 5-33](#)). El **cono arterioso (infundíbulo)** es el estrechamiento en forma de embudo de la cavidad ventricular donde esta se acerca al orificio pulmonar. Lo anterior constituye la vía de salida ventricular izquierda.

Las paredes del ventrículo derecho son mucho más gruesas que las del atrio derecho, y cuentan con gran cantidad de surcos internos formados por haces musculares. Estos surcos, denominados **trabéculas carnosas**, son característicos de las paredes ventriculares, a las que confieren un aspecto espongiiforme. Existen tres tipos de trabéculas carnosas. El primer tipo lo constituyen los **músculos papilares**, que se proyectan hacia el interior y cuyas bases se unen a la pared ventricular. Los vértices se unen mediante prolongaciones fibrosas (**cuerdas tendinosas**) a las cúspides de la válvula atrioventricular derecha (tricúspide) (véanse [figs. 5-33 y 5-34B,C](#)). El segundo tipo une sus extremos a la pared ventricular y yacen libres en el medio. Una de estas bandas, la **trabécula septomarginal (moderator band)**, cruza la cavidad ventricular desde el tabique hasta la pared anterior. Esta alberga el ramo derecho del fascículo atrioventricular, que es parte del sistema de conducción del corazón, además de resistir la sobredistensión de la pared ventricular anterior. El tercer tipo se compone de surcos prominentes.

La **válvula atrioventricular derecha (tricúspide)** protege el orificio atrioventricular derecho (véanse [figs. 5-33 y 5-34A,F](#)). La válvula se compone de **tres cúspides (valvas)** derivadas de un pliegue de endocardio con cierta cantidad de tejido conjuntivo en su interior. Estas son las **cúspides anterior, septal y posterior (inferior)**. La cúspide anterior se localiza delante, la cúspide septal se localiza junto al tabique interventricular y la posterior (inferior) se encuentra debajo. Las bases de las cúspides se hallan unidas a un anillo fibroso del esqueleto del corazón (véase más adelante), mientras que sus bordes libres y caras ventriculares se unen a las cuerdas tendinosas (véase [fig. 5-34B,C](#)). Las cuerdas tendinosas conectan las cúspides con los músculos papilares. El ventrículo derecho posee en general tres músculos papilares, si bien a veces presenta más. Cuando el ventrículo se contrae, los músculos papilares también lo hacen, evitando que las cúspides se invaginen al atrio y se eviertan a medida que aumenta la presión intraventricular. Para ayudar a este proceso, las cuerdas

tendinosas de uno de los músculos papilares se unen a las partes adyacentes de las dos cúspides restantes.

La **válvula pulmonar** se localiza en el orificio pulmonar y se compone de tres **valvas semilunares** formadas por pliegues de endocardio con tejido conjuntivo (véase [fig. 5-34A,D](#)). Los bordes y costados curvos de cada valva están unidos a la pared arterial, lo que constituye una cavidad de forma cóncava (**seno pulmonar**) posterior a cada cúspide. Las aberturas de las valvas se orientan superiormente, hacia el tronco pulmonar. Estas valvas no tienen cuerdas tendinosas o músculos papilares; las uniones de los lados de las valvas a la pared arterial evitan que estas prolapsen hacia el ventrículo.

Las tres valvas semilunares son la **anterior**, la **derecha** y la **izquierda**. Durante la sístole ventricular, las valvas de la válvula pulmonar son empujadas contra la pared del tronco pulmonar por la sangre saliente. Durante la diástole, la sangre vuelve al corazón y entra en los senos, las valvas se llenan y se reúnen en el centro de la luz cerrando el orificio pulmonar.

Atrio izquierdo

De manera similar al atrio derecho, el atrio izquierdo consta de una **cavidad principal (atrio)** y una **orejuela**. El interior del atrio izquierdo es liso, pero la orejuela izquierda posee pliegues de **músculo pectíneo**, como ocurre con la orejuela derecha. Sin embargo, no posee cresta terminal. La fosa oval no es una estructura característica del lado izquierdo del tabique interatrial. El atrio izquierdo se localiza posterior al atrio derecho y forma la mayor parte de la base (cara posterior) del corazón (véase [fig. 5-31](#)). El seno oblicuo de pericardio seroso se ubica detrás del atrio izquierdo y el pericardio fibroso lo separa del esófago (véanse [figs. 5-28 y 5-32](#)).

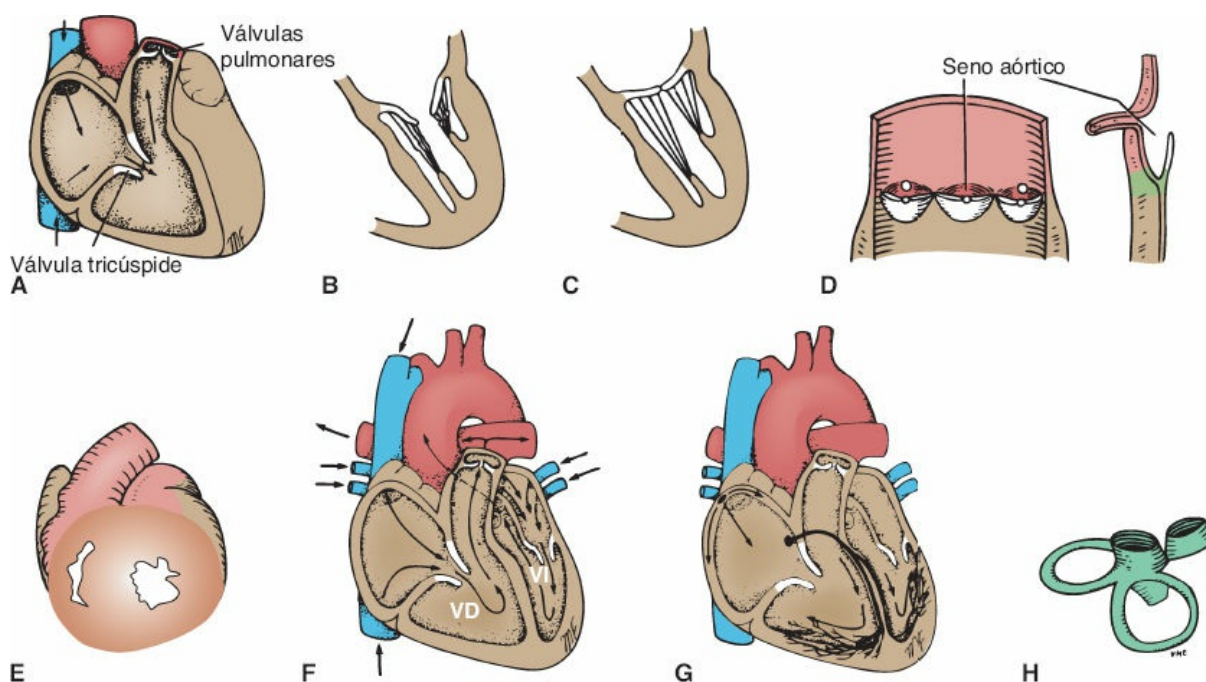


Figura 5-34 Posición de las válvulas pulmonar y tricúspide. **B.** Válvula atrioventricular izquierda

(mitral) con sus valvas abiertas. **C.** Válvula mitral con sus valvas cerradas. **D.** Valvas semilunares de la válvula aórtica. **E.** Sección transversal de los ventrículos del corazón. **F.** Trayecto de la sangre a través del corazón. **G.** Trayecto del impulso cardíaco desde el nodo sinusal hasta la red de Purkinje. **H.** Esqueleto fibroso del corazón.

Aberturas hacia el atrio izquierdo

Las cuatro venas pulmonares, dos desde cada pulmón, entran por la pared posterior (véase [fig. 5-31](#)) y no cuentan con válvulas. El orificio atrioventricular está cerrado por la válvula atrioventricular izquierda (mitral).

Ventrículo izquierdo

La sangre entra en el ventrículo izquierdo desde el atrio izquierdo a través del **orificio atrioventricular izquierdo** y a continuación abandona la cavidad por el **orificio de la aorta**, donde pasa hacia la aorta ascendente. El área por debajo del orificio de la aorta es el **vestíbulo aórtico**, que constituye la vía de salida del ventrículo izquierdo. Las paredes del ventrículo izquierdo son tres veces más gruesas que las del ventrículo derecho, mientras que la presión sanguínea intraventricular es seis veces mayor que la del ventrículo derecho. En la sección transversal, el ventrículo izquierdo es circular; el derecho es piramidal, debido al crecimiento del tabique interventricular hacia el interior de la cavidad del ventrículo derecho. Hay **trabéculas carnosas** bien desarrolladas y dos **músculos papilares** de gran tamaño, pero no una banda moderadora.

La **válvula atrioventricular izquierda (mitral)** protege el orificio atrioventricular (véase [fig. 5-34](#)). Esta consta de **dos cúspides**, una **anterior** y una **posterior**, con una estructura similar a la de las cúspides de la válvula atrioventricular derecha. La cúspide anterior es de mayor tamaño y se localiza entre los orificios atrioventricular y aórtico. La unión de las **cuerdas tendinosas** a las cúspides y los músculos papilares es similar a la de la válvula atrioventricular derecha.

La **válvula aórtica** protege el orificio aórtico y tiene una estructura casi idéntica a la válvula pulmonar (véase [fig. 5-34D](#)). Las tres valvas son la **coronaria derecha**, la **coronaria izquierda** y la **posterior (no coronaria)**. Posterior a cada valva, la pared aórtica se engrosa para formar un **seno aórtico**. Las paredes de la aorta de los senos coronarios derecho e izquierdo dan origen a las arterias coronarias derecha e izquierda, respectivamente.

Esqueleto fibroso del corazón

El esqueleto del corazón (véase [fig. 5-34H](#)) se compone de cuatro anillos fibrosos interconectados que rodean los orificios valvulares atrioventricular, pulmonar y aórtico; se continúan con la porción inferior del tabique interatrial y la parte superior membranosa del tabique interventricular. Los anillos fibrosos alrededor de los orificios atrioventriculares separan las paredes musculares de los atrios de las paredes de los ventrículos, pero proporcionan un sitio de fijación para las fibras musculares. Los anillos fibrosos también brindan soporte y unen las bases de las cúspides de las válvulas, por lo que ayudan a mantener

los orificios valvulares abiertos y previenen que las válvulas se estiren demasiado o desarrollen insuficiencia. Además, el esqueleto del corazón provee un aislamiento eléctrico entre los atrios y los ventrículos, pues los impulsos eléctricos de las contracciones miocárdicas no pueden penetrar el esqueleto fibroso. Por lo tanto, existe una discontinuidad eléctrica entre los atrios y los ventrículos. El efecto neto del esqueleto fibroso es la separación funcional entre el corazón ventricular y el atrial.

Inervación cardíaca

Vías extrínsecas e intrínsecas inervan el corazón. El aporte nervioso extrínseco está formado por fibras tanto simpáticas como parasimpáticas del sistema nervioso autónomo. El sistema de conducción del corazón compone las vías nerviosas intrínsecas.

Inervación extrínseca

El **aporte nervioso simpático** se origina en los segmentos torácicos superiores de la médula espinal, avanza por los ganglios simpáticos cervicales y torácicos superiores, desciende por los **nervios cardíacos cervical y torácico simpáticos**, y entra en los **plexos cardíacos** ubicados debajo del arco de la aorta alrededor de la base del corazón. Las fibras simpáticas posganglionares terminan en los nodos atrioventricular y sinoatrial, en fibras musculares y en las arterias coronarias. La activación de estos nervios conduce a un incremento de la frecuencia cardíaca, la fuerza de contracción del miocardio y la dilatación de las arterias coronarias.

El **aporte nervioso parasimpático** proviene de los nervios vagos. Los **ramos cardíacos de los nervios vagos** emergen del cuello, descienden hacia el interior del tórax y se unen dentro de los plexos cardíacos.

Las fibras posganglionares terminan en los nodos sinoatrial y atrioventricular y en las arterias coronarias. La activación de los nervios parasimpáticos produce una disminución de la frecuencia cardíaca y de la fuerza de contracción de las arterias coronarias.

Las fibras aferentes que discurren con los nervios simpáticos transportan impulsos nerviosos que habitualmente no alcanzan la consciencia. No obstante, en caso de una alteración del aporte sanguíneo al miocardio, los impulsos dolorosos alcanzan la consciencia a través de estas vías. Las fibras aferentes que discurren junto con los nervios vagos participan en los reflejos cardiovasculares.

Inervación intrínseca (sistema de conducción)

Los cardiomiocitos tienen la capacidad de contraerse de manera espontánea y de transmitir el impulso contráctil de manera independiente al sistema nervioso extrínseco. El **sistema de conducción del corazón** es una red de cardiomiocitos diseñados para generar impulsos cardíacos rítmicos y para conducir y coordinar las contracciones intrínsecas del miocardio. El corazón normal se contrae de manera rítmica cerca de 70-90 veces por minuto en el adulto en reposo. El

proceso de contracción se origina de manera espontánea en el sistema de conducción, y el impulso viaja a las diferentes regiones del corazón para que los atrios se contraigan juntos y en primer lugar, a lo que sigue por la contracción simultánea de los ventrículos. Las funciones del sistema de conducción son las siguientes:

- Iniciar la activación de los atrios. Esta es la función de “marcapasos”.
- Retrasar la activación de los ventrículos. El retraso leve del paso del impulso desde los atrios a los ventrículos permite a los atrios vaciar su contenido en los ventrículos antes de que estos se contraigan.
- Penetrar el esqueleto fibroso del corazón.
- Propagar la activación a lo largo de los ventrículos.



Notas clínicas

Dolor cardíaco

La deficiencia de oxígeno y la acumulación de metabolitos, los cuales estimulan las terminaciones nerviosas sensitivas del miocardio, se consideran como fuentes del dolor que se origina en el corazón como consecuencia de una isquemia miocárdica aguda. Las fibras nerviosas aferentes ascienden al sistema nervioso central a través de los ramos cardíacos del tronco simpático y entran en la médula espinal a través de las raíces posteriores de los cuatro nervios torácicos superiores. El tipo de dolor varía considerablemente, desde un dolor compresivo a una simple molestia leve.

El dolor no se siente en el corazón, pero es irradiado a otras áreas de la piel inervadas por los nervios espinales correspondientes. Las áreas de piel inervadas por los cuatro nervios intercostales superiores y el nervio intercostobraquial (T2) son las afectadas. El nervio intercostobraquial se comunica con el nervio cutáneo medial del brazo y se distribuye sobre la piel en el lado medial de la parte superior del brazo. Por fuerza debe producirse una ligera diseminación de información nerviosa hacia el sistema nervioso central, ya que el dolor a veces se siente en el cuello y la mandíbula.

El infarto de miocardio que afecta la pared inferior o la cara diafragmática del corazón suele provocar molestias en el epigastrio. Debe asumirse que las fibras aferentes del dolor del corazón ascienden en los nervios simpáticos y entran en la médula espinal a través de las raíces posteriores de los nervios espinales torácicos séptimo, octavo y noveno, los cuales dan lugar al dolor referido en los dermatomas torácicos T7-T9 en el epigastrio.

Debido a que es probable que la porción torácica del esófago posea vías aferentes del dolor similares a las del corazón, no es de sorprender que el dolor de una esofagitis aguda pueda parecerse al del infarto de miocardio.

Los componentes del sistema de conducción son los siguientes ([fig. 5-35](#); véanse también [figs. 5-33](#) y [5-34G](#)):

- **Nodo sinoatrial (SA)**
- **Nodo atrioventricular (AV)**
- **Fascículo atrioventricular (haz de His)**
- **Ramas derecha e izquierda del haz**
- **Ramas subendocárdicas (fibras terminales, de Purkinje)**

Nodo sinoatrial

El nodo SA (sinusal) se localiza en la pared del atrio derecho, en la unión de la cresta terminal y la vena cava superior (véanse [figs. 5-33](#) y [5-35](#)). De manera espontánea, da origen a los impulsos eléctricos rítmicos que se propagan en todas direcciones a través del músculo cardíaco de los atrios y provoca que el músculo se contraiga. Por lo tanto, el nodo SA se conoce como el **marcapasos del corazón**. En comparación con las fibras conductoras terminales, éstas tienen una velocidad de conducción relativamente lenta; la onda de activación atrial viaja a cerca de 1 m/s. El nodo SA se origina del **seno venoso embrionario**. Normalmente, la frecuencia cardíaca está determinada por la frecuencia con la que el nodo SA genera impulsos. No obstante, las señales autónomas modulan la actividad del nodo SA para ajustar y equilibrar la frecuencia cardíaca según sea necesario.

Nodo atrioventricular

El nodo atrioventricular se localiza en el lado inferior derecho del tabique interatrial, entre la unión de la cúspide septal de la válvula atrioventricular derecha y la abertura del seno coronario (véanse [figs. 5-33](#), [5-34G](#) y [5-35](#)). La onda de activación atrial estimula el nodo AV a medida que esta pasa a través del miocardio atrial. La menor velocidad de conducción del impulso cardíaco en el nodo AV (cerca de 0,1 s) retrasa la conducción del impulso desde los atrios a los ventrículos, tiempo durante el cual los atrios pueden vaciar su contenido en los ventrículos antes de que estos comiencen a contraerse. A continuación, el impulso cardíaco se dirige al fascículo atrioventricular.

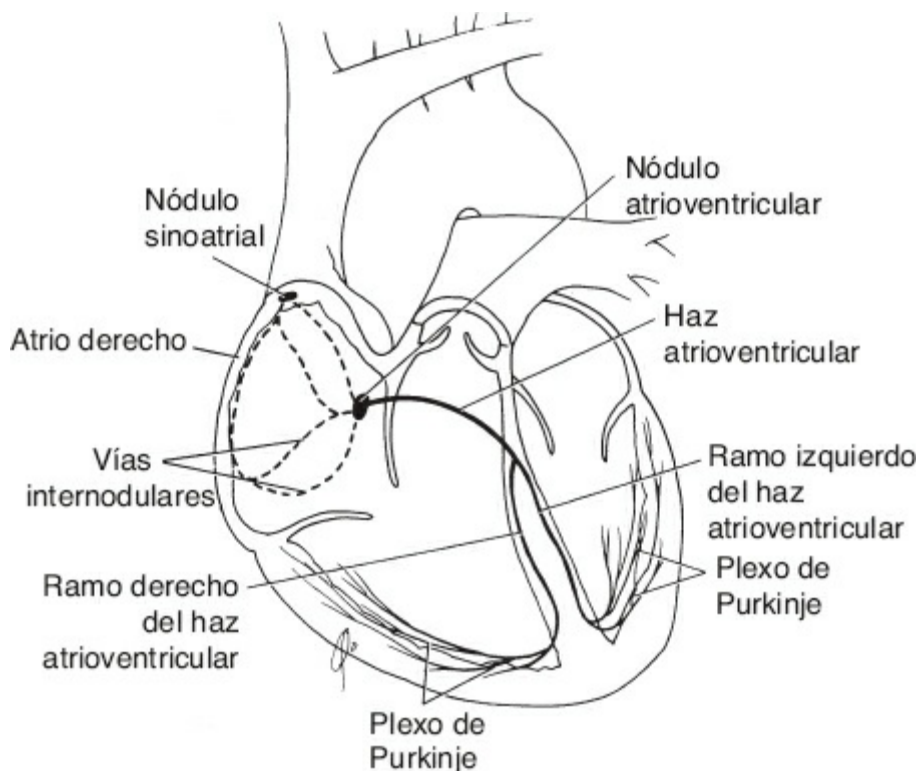


Figura 5-35 Sistema de conducción cardíaco. Obsérvense las vías internodales.

Fascículo atrioventricular (haz de His)

El fascículo AV se origina desde el nodo AV, desciende posterior a la cúspide septal de la válvula atrioventricular derecha y se extiende hacia la porción membranosa del tabique interventricular. El fascículo entra en el esqueleto fibroso del corazón y constituye la única conexión miocárdica entre los atrios y los ventrículos. Por lo tanto, esta es la única vía por la que el impulso nervioso puede pasar de los atrios a los ventrículos.

Ramas del fascículo

El fascículo AV se divide en las ramas **derecha** e **izquierda** (una para cada ventrículo) en el borde superior de la porción muscular del tabique interventricular. La rama derecha del fascículo pasa inferiormente hacia el lado derecho del tabique interventricular para llegar a la trabécula septomarginal (*moderator band*), donde cruza hacia la pared anterior del ventrículo derecho. Aquí, se continúa con las fibras de Purkinje (véase [fig. 5-35](#)). La rama izquierda del fascículo penetra el tabique ventricular y se dirige inferiormente sobre su lado izquierdo, por debajo del endocardio. Normalmente, se divide en dos ramas (anterior y posterior), las cuales se continúan con las fibras de Purkinje del ventrículo izquierdo.

Ramas subendocárdicas (fibras terminales, de Purkinje)

Las ramas terminales del sistema de conducción se ramifican a lo largo del miocardio ventricular en forma de plexo. Estas fibras tienen la mayor velocidad de conducción (4-5 m/s) del corazón.

Vías de conducción internodales

Se ha constatado que los impulsos del nodo sinoatrial viajan hacia el nodo atrioventricular con mayor rapidez de lo que lo harían si pasaran a través del miocardio típico. Algunos investigadores explican este fenómeno mediante la descripción de vías internodales especiales dentro de la pared atrial (véase [fig. 5-35](#)), cuya estructura consiste en una mezcla de fibras de Purkinje y cardiomiocitos típicos. La **vía internodal anterior** abandona el extremo anterior del nodo sinoatrial y pasa anterior a la abertura de la vena cava superior. Desciende sobre el tabique interatrial y termina en el nodo atrioventricular. La **vía internodal media** abandona el extremo posterior del nodo sinoatrial y pasa posteriormente hacia la abertura de la vena cava superior. Desciende sobre el tabique interatrial hacia el nodo atrioventricular. La **vía internodal posterior** sale de la porción posterior del nodo sinoatrial y desciende a través de la cresta terminal y la válvula de la vena cava inferior hacia el nodo atrioventricular.



Notas clínicas

Fallo del sistema de conducción del corazón

El nodo sinoatrial es la fuente del impulso cardíaco espontáneo. El nodo atrioventricular es responsable de recibir el impulso cardíaco desde los atrios. El fascículo atrioventricular es la única vía por la que el impulso cardíaco se puede diseminar desde los atrios hacia los ventrículos. El fallo del haz para la conducción de los impulsos normales lleva a una alteración en la contracción rítmica de los ventrículos (**arritmias**) o, si se presenta un **bloqueo completo del haz**, se produce disociación total entre la contracción atrial y la ventricular. La causa más frecuente de conducción anómala a través del haz o sus ramos es la aterosclerosis de las arterias coronarias, que produce la disminución del aporte sanguíneo al sistema de conducción.

Commotio cordis

Un golpe contuso no penetrante sobre la pared torácica anterior sobre el corazón provoca fibrilación ventricular y muerte súbita. Esta anomalía se presenta de manera más frecuente en los adultos jóvenes y adolescentes; suele relacionarse con los deportes. El golpe repentino suele producirse con una bola de béisbol o lacrosse, un bate, un puño o codo. La frecuencia notable en los jóvenes es probablemente debida a la elasticidad de la pared torácica, pues posee costillas y cartílagos costales flexibles y músculos torácicos subdesarrollados. Es posible que la sincronización del golpe con el ciclo cardíaco sea de relevancia; la fibrilación ventricular es más probable si el golpe se presenta durante la cúspide de la onda T de la actividad eléctrica del músculo cardíaco.

Irrigación arterial del corazón

El corazón posee un pequeño margen de error en cuanto a su fisiología y función. Por lo tanto, requiere de un sistema vascular vasto para la regulación de los gases sanguíneos y nutrientes. Las arterias coronarias **derecha e izquierda**, las primeras ramas de la aorta, constituyen el aporte sanguíneo arterial del corazón. Emergen desde la aorta ascendente inmediatamente superiores a la válvula aórtica e inicialmente pasan alrededor de los lados opuestos del tronco pulmonar (fig. 5-36; véanse también figs. 5-30 y 5-34D). Las arterias coronarias y sus ramas principales se distribuyen sobre la superficie del corazón y yacen dentro de tejido conjuntivo subepicárdico. La [tabla 5-3](#) resume el patrón de distribución típico de las arterias coronarias en la mayoría de las personas.

Arteria coronaria derecha

La **arteria coronaria derecha** se origina en el seno aórtico derecho de la aorta ascendente, discurre anteriormente entre el lado derecho del tronco pulmonar y la orejuela derecha, y desciende casi verticalmente por el **surco coronario derecho** (fig. 5-36A; véanse también figs. 5-30 y 5-34D). En el borde inferior del corazón, se continúa posteriormente a lo largo del surco coronario para anastomosarse con la arteria coronaria izquierda en el **surco interventricular posterior**.

Ramas

1. La **rama derecha del cono arterial** abastece la cara anterior del cono pulmonar (infundíbulo del ventrículo derecho) y la porción superior de la pared anterior del ventrículo derecho.
2. Dos o tres **ramas ventriculares anteriores** irrigan la cara anterior del ventrículo derecho. La **rama marginal derecha** es la de mayor tamaño y discurre a lo largo del borde derecho de la cara anterior hacia el vértice.

3. Dos o tres **ramas ventriculares posteriores** abastecen la cara diafragmática del ventrículo derecho. Una de ellas, la **rama para el nodo atrioventricular**, irriga al nodo AV.
4. La **rama interventricular posterior (descendente)** discurre hacia el vértice en el **surco interventricular posterior**. Emite ramas a los ventrículos derecho e izquierdo, incluyendo la pared inferior. Asimismo, envía ramas a la cara posterior del tabique interventricular, pero no al vértice, que recibe su irrigación desde la rama interventricular anterior de la arteria coronaria izquierda. La rama interventricular posterior es en general una rama de la arteria coronaria derecha. No obstante, puede originarse a partir de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda (véase la descripción de la dominancia arterial coronaria más adelante).
5. Las **ramas atriales** irrigan las caras lateral y anterior del atrio derecho. Una rama irriga la cara posterior de ambos atrios, derecho e izquierdo. Una de las primeras ramas, la **rama para el nodo sinatrial**, irriga el nodo SA y los atrios derecho e izquierdo; en el 35% de las personas, esta se origina de la arteria coronaria izquierda.

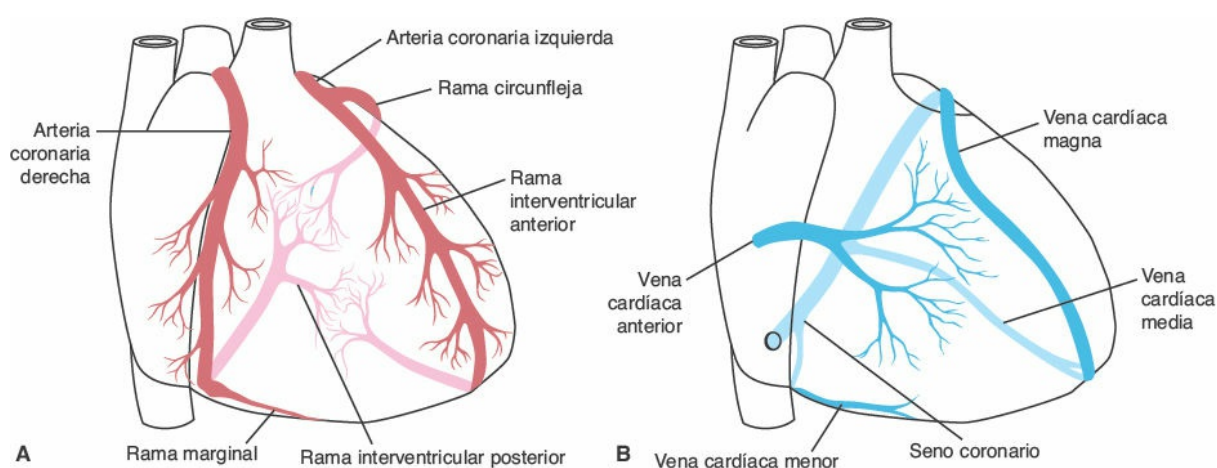


Figura 5-36 Vasos coronarios. **A.** Arterias coronarias principales. **B.** Venas coronarias principales.

Tabla 5-3 Distribución habitual de las arterias coronarias

ARTERIA CORONARIA DERECHA	ARTERIA CORONARIA IZQUIERDA
Atrio derecho	Atrio izquierdo
Mayor parte del ventrículo derecho	Mayor parte del ventrículo izquierdo
Ventrículo izquierdo (cara diafragmática)	Pequeña porción del ventrículo derecho
Tabique interventricular (tercio posterior)	Tabique interventricular (dos tercios anteriores)
Nodo SA (~60% de las personas)	Nodo SA (~40% de las personas)
Nodo AV (~80% de las personas)	Fascículo AV + ramas del fascículo

AV, atrioventricular; SA, sinatrial.

Arteria coronaria izquierda

La **arteria coronaria izquierda**, que habitualmente es más grande que la arteria coronaria derecha, irriga la mayor parte del corazón. Emerge del seno aórtico izquierdo de la aorta ascendente, pasa anteriormente entre el lado izquierdo del tronco pulmonar y la orejuela izquierda, entra en el surco coronario, y se divide en la rama interventricular anterior y la circunfleja (véanse [figs. 5-30, 5-34D y 5-36A](#)).

Ramas

1. La **arteria interventricular anterior (arteria coronaria descendente anterior izquierda, DAI)** discurre hacia abajo a lo largo del tabique interventricular en el **surco interventricular anterior** hacia el vértice del corazón (véanse [figs. 5-30 y 5-36A](#)). En la mayoría de las personas, después pasa alrededor del vértice del corazón y entra en el surco interventricular posterior para anastomosarse con las ramas terminales de la rama interventricular posterior de la arteria coronaria derecha. En cerca de un tercio de los individuos, termina en el vértice del corazón. La rama interventricular anterior irriga los ventrículos derecho e izquierdo con numerosas ramas que también irrigan los dos tercios anteriores del tabique interventricular. Es posible que una rama de mayor tamaño (**rama lateral o diagonal**) emerja directamente del tronco de la arteria coronaria izquierda. Una pequeña **rama del cono arterioso** irriga el cono pulmonar.
2. La **rama circunfleja** rodea el **borde izquierdo del corazón** a lo largo del surco coronario. La **rama marginal izquierda** tiene un tamaño grande e irriga el borde izquierdo del ventrículo izquierdo hasta el vértice. Las **ramas interventriculares anterior y posterior** irrigan el ventrículo izquierdo. Las **ramas atriales** irrigan el atrio izquierdo.

Variaciones de las arterias coronarias

Las variaciones en el patrón de irrigación sanguínea del corazón son frecuentes; la mayoría de estas variaciones afectan la cara diafragmática de ambos ventrículos. El fenómeno denominado *dominancia de arteria coronaria* se refiere al origen variable de la rama interventricular posterior ([fig. 5-37](#)). En el patrón dominante derecho, la arteria interventricular posterior es una rama de gran tamaño de la arteria coronaria derecha (véase [fig. 5-37A](#)). Este tipo de patrón está presente en la mayoría de las personas (~67%). En el patrón dominante izquierdo, la arteria interventricular posterior es una rama de la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda (~15%) (véase [fig. 5-37B](#)). En la **codominancia** (~18%), tanto la arteria coronaria derecha como la rama circunfleja (de la arteria coronaria izquierda) contribuyen a la formación de la arteria interventricular posterior o a múltiples ramas que sustituyen este vaso.

Anastomosis de las arterias coronarias

Existen anastomosis (circulación colateral) entre las ramas terminales de las arterias coronarias derecha e izquierda; no obstante, habitualmente no son lo suficientemente grandes para proveer irrigación adecuada al músculo cardíaco en caso de que se obstruya una rama principal debido a alguna anomalía. Por lo tanto, las arterias coronarias por lo general se consideran **arterias terminales funcionales**. Un bloqueo repentino de una de las ramas de mayor tamaño de cualquiera de las arterias coronarias habitualmente conduce a muerte de miocardio (infarto de miocardio), aunque en ocasiones la circulación colateral es suficiente como para mantener la función del músculo.

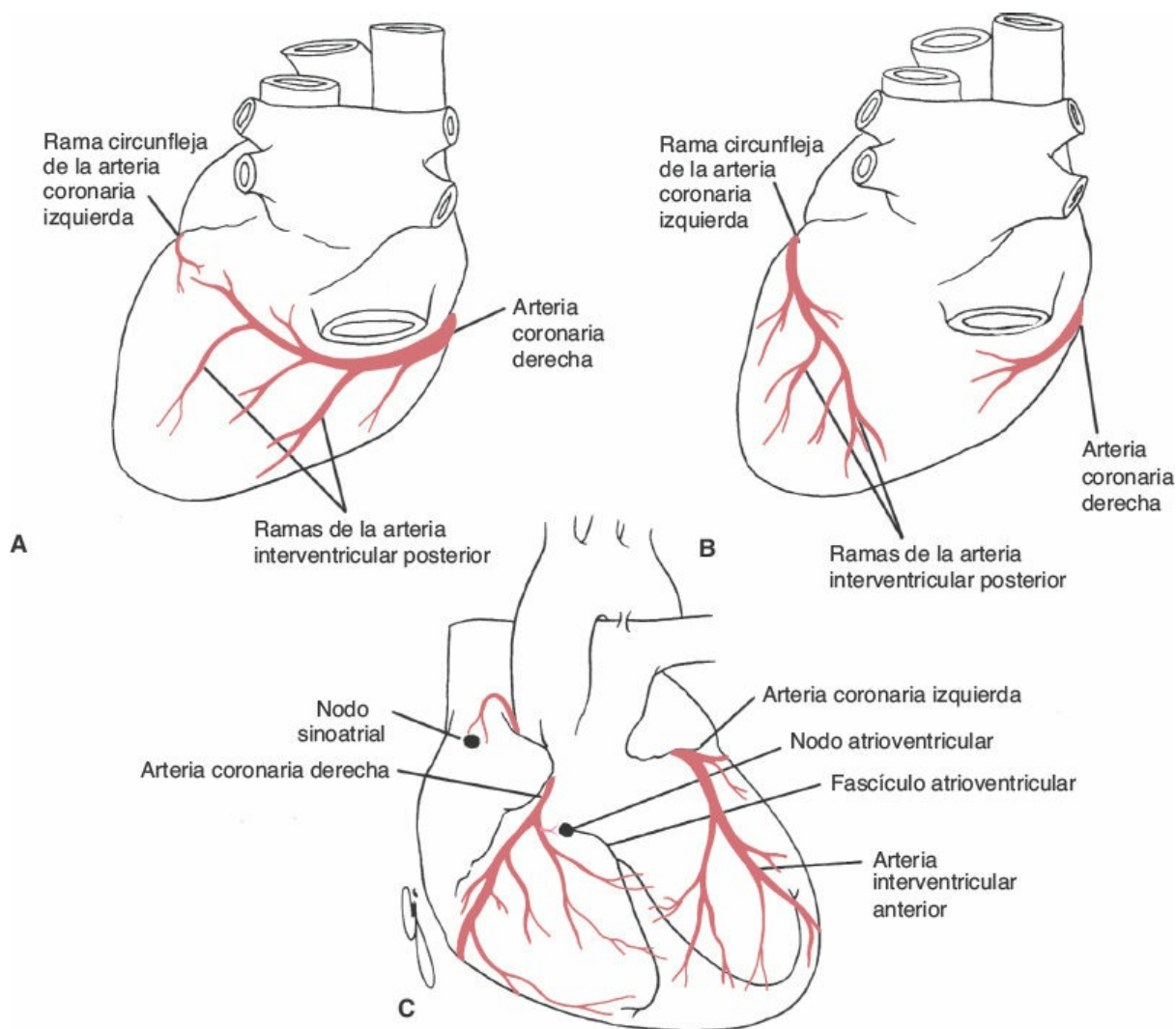


Figura 5-37 A. Vista posterior del corazón que muestra el origen y la distribución de la arteria interventricular posterior en los casos de patrón dominante derecho. B. Vista posterior del corazón que muestra el origen de la arteria interventricular posterior en los casos de patrón dominante izquierdo. C. Vista anterior del corazón que muestra las relaciones de la irrigación sanguínea al sistema de conducción.

Drenaje venoso del corazón

La mayor parte de la sangre de las paredes cardíacas drena en el atrio derecho a través del **seno coronario** (véanse figs. 5-31 y 5-36B). El seno coronario es una vena grande y dilatada que yace en la porción posterior del surco coronario.

Vacía en el atrio derecho, inmediatamente a la izquierda de la vena cava inferior (véase [fig. 5-33](#)).

Tres venas principales drenan la pared cardíaca y desembocan en el seno coronario; la vena cardíaca magna, la vena cardíaca media y la vena cardíaca menor. Cada una de ellas suele acompañar a una arteria coronaria específica ([tabla 5-4](#)). La **vena cardíaca magna** drena la mayor parte de las áreas del corazón que reciben irrigación de la arteria coronaria izquierda, y se une el extremo izquierdo del seno coronario (véase [fig. 5-36B](#)). Las venas cardíacas **media** y **menor** drenan la mayor parte de las regiones que habitualmente son irrigadas por la arteria coronaria derecha y drenan en el extremo derecho del seno coronario.

No todos los senos venosos drenan en el seno coronario. Un número variable de pequeñas **venas cardíacas anteriores** drenan en la cara anterior del corazón y vacían su contenido directamente en el atrio derecho. Otras venas muy pequeñas pueden drenar directamente en las cavidades del corazón (habitualmente los atrios).

Tabla 5-4 Venas coronarias principales y arterias coronarias acompañantes

VENA	ARTERIA ACOMPAÑANTE
Vena cardíaca magna	Arteria interventricular anterior
Vena cardíaca media	Arteria interventricular posterior
Vena cardíaca menor	Arteria marginal derecha



Notas clínicas

Coronariopatía

El miocardio recibe irrigación sanguínea de las arterias coronarias derecha e izquierda. A pesar de que tales arterias cuentan con diversas anastomosis arteriolas, esencialmente son arterias funcionales terminales. Una obstrucción repentina de las ramas grandes de cualquiera de las arterias coronarias suele conducir a necrosis del músculo cardíaco (**infarto de miocardio**) en esa zona vascular; a menudo, el paciente muere. Una trombosis aguda junto con un estrechamiento aterosclerótico crónico de la luz es el motivo más habitual de obstrucción coronaria.

La enfermedad arterioesclerótica de las arterias coronarias puede presentarse de tres maneras, de acuerdo con el nivel de estrechamiento de la luz de las arterias: 1) degeneración general y fibrosis del miocardio a lo largo de muchos años y provocadas por el estrechamiento gradual de las arterias coronarias; 2) **angina de pecho**, es decir, el dolor cardíaco que ocurre con el esfuerzo y que se alivia con el reposo (en esta anomalía, las arterias coronarias se encuentran tan estrechas que bajo condiciones de esfuerzo se origina isquemia cardíaca, lo cual no ocurre en reposo; e 3) infarto de miocardio, que se presenta cuando el flujo coronario disminuye o se obstruye repentinamente, lo cual origina necrosis del músculo cardíaco. El infarto de miocardio es la principal causa de muerte en los países industrializados.

La [tabla 5-5](#) relaciona las arterias coronarias individuales con los sitios específicos de infarto de miocardio y las características electrocardiográficas de cada tipo de infarto.

La cirugía de derivación coronaria, la angioplastia coronaria y las endoprótesis coronarias son métodos adecuados para el tratamiento de la coronariopatía. En la cirugía de derivación coronaria,

se obtiene un segmento de vaso sanguíneo y se utiliza para evitar el bloqueo de la arteria coronaria. Muchos de estos procedimientos emplean la vena safena mayor del miembro inferior como vaso donante debido a su tamaño y facilidad de acceso quirúrgico. Las nuevas técnicas emergentes emplean cada vez más la **arteria torácica interna** de la pared torácica vecina para revascularizar la pared del corazón.

Tabla 5-5 Lesiones de las arterias coronarias, ubicación del infarto y características electrocardiográficas

ARTERIA CORONARIA	UBICACIÓN DEL INFARTO	CARACTERÍSTICAS ELECTROCARDIOGRÁFICAS
DAI proximal	Pared anterior grande	Elevación del ST: I, L, V1-V6.
DAI más distal	Anteroapical Pared inferior si existe DAI circundante	Elevación del ST: V2-V4. Elevación del ST: II, III, F.
DAI distal	Anteroseptal	Elevación del ST: V1-V3.
Obtusa temprana, marginal	Pared lateral alta	Elevación del ST: I, L, V4-V6.
Rama marginal más distal, circunfleja	Pared lateral pequeña	Elevación del ST: I, L, o V4-V6 o sin anomalías.
Circunfleja	Posterolateral	Elevación del ST: V4-V6; depresión del ST: V1-V3.
CD distal	Pared inferior pequeña	Elevación del ST: II, III, F; depresión del ST: I, L.
CD proximal	Pared inferior grande y pared posterior Porción de la pared lateral	Elevación del ST: II, III, F; depresión del ST: I, L, V1-V3. Elevación del ST: V5-V6.
CD	Ventricular derecho Habitualmente inferior	Elevación del ST: V2R-V4R; cierta elevación del ST: V1; o depresión del ST, V2, V3. Elevación del ST: II, III, F.

CD, coronaria derecha; DAI, descendente anterior izquierda (interventricular anterior); ECG, electrocardiograma.

Función del corazón

El corazón es una bomba muscular que suele latir 70-90 veces por minuto en el adulto en reposo y 130-150 veces por minuto en el neonato. El **ciclo cardíaco** es un latido completo dividido en dos fases: 1) **sístole** (contracción ventricular) y 2) **diástole** (relajación ventricular). Cada una de las fases consta de una serie de cambios característicos dentro del corazón a medida que se llena y vacía de

sangre.

Las válvulas atrioventriculares están cerradas durante la sístole ventricular (contracción), y la sangre se aloja de forma temporal en las venas de gran tamaño y los atrios. Las válvulas atrioventriculares se abren en el momento de la diástole ventricular (relajación), y la sangre pasa de forma pasiva desde los atrios hacia los ventrículos (véase [fig. 5-34F](#)). La sístole atrial ocurre cuando los ventrículos están prácticamente llenos, y fuerza el resto de la sangre en los atrios hacia los ventrículos. El nodo SA inicia la onda de contracción en los atrios; comienza cerca de las aberturas de las grandes venas y dirige la sangre hacia los ventrículos. A través de este mecanismo, la sangre no retrocede a las venas.

Una vez que ha llegado al nodo atrioventricular, el impulso cardíaco se conduce hacia los músculos papilares a través del fascículo atrioventricular y sus ramas (véanse [figs. 5-34G](#) y [5-35](#)). Luego, los músculos papilares comienzan a contraerse y tensan las cuerdas tendinosas. Mientras tanto, los ventrículos comienzan a contraerse y las válvulas atrioventriculares se cierran. La propagación del impulso cardíaco a lo largo del fascículo atrioventricular, incluyendo las fibras de Purkinje, asegura que la contracción miocárdica ocurra casi al mismo tiempo en todo el ventrículo.

Tabla 5-6 Sucesos de relevancia en el ciclo cardíaco

SÍSTOLE	DIÁSTOLE
Contracción ventricular (acortamiento y vaciado).	Relajación ventricular (elongación y llenado).
Primer ruido cardíaco (<i>dub</i>): cierre de las válvulas atrioventriculares (tricúspide y mitral).	Segundo ruido cardíaco (<i>lub</i>): cierre de las valvas semilunares (aórtica y pulmonar) y retroceso de sangre a los senos de las valvas semilunares.
Las válvulas tricúspide y mitral se cierran justo antes de comenzar la sístole.	Las válvulas tricúspide y mitral se abren.
Las válvulas aórtica y pulmonar se abren en la sístole.	Las válvulas pulmonar y aórtica se cierran.

Una vez que la presión de la sangre intraventricular supera la de las grandes arterias (aorta y tronco pulmonar), los bordes de la valva semilunar se separan y la sangre es expulsada fuera del corazón. Al final de la sístole ventricular, la sangre comienza a retroceder hacia los ventrículos y es atrapada inmediatamente por las valvas semilunares. Los bordes se apoyan unos con otros y cierran por completo los forámenes aórtico y pulmonar.

De manera típica, se asocian dos ruidos (***dub-lub***) con cada latido cardíaco (ciclo cardíaco) cuando se ausculta el corazón con el estetoscopio. El primero (*dub*) se produce por la contracción de los ventrículos y el cierre de las válvulas atrioventriculares derecha e izquierda (tricúspide y mitral). El segundo ruido (*lub*) ocurre principalmente por el cierre repentino de las válvulas pulmonar y aórtica. La [tabla 5-6](#) resume los acontecimientos relacionados con cada una de

las fases del ciclo cardíaco.



Notas clínicas

Proyecciones superficiales y auscultación de las válvulas cardíacas

Las válvulas cardíacas se ubican detrás del esternón. Todas las válvulas cuentan con una proyección anatómica sobre la pared torácica que yace inmediatamente sobre su posición (fig. 5-38). No obstante, el ruido que producen las válvulas se proyecta hacia áreas de auscultación que están alejadas de las proyecciones anatómicas y muy separadas unas de otras (véase fig. 5-38). Esta diferencia se debe a que la sangre tiende a transportar el sonido en la dirección de su flujo. Por lo tanto, cada una de las áreas de auscultación se localiza superficial a la cavidad cardíaca o el gran vaso hacia donde se dirige la sangre después de pasar por la válvula correspondiente. La [tabla 5-7](#) resume las áreas de proyección anatómica y auscultatoria de todas las válvulas.

Valvulopatía

La inflamación de una válvula puede provocar que sus bordes se unan. Después, produce engrosamiento fibroso, seguido de pérdida de la flexibilidad y disminución de su tamaño. Como consecuencia, ocurre estrechamiento (estenosis) e insuficiencia valvular (reflujo), y el corazón deja de funcionar como bomba eficaz. En la enfermedad reumática de la válvula atrioventricular izquierda mitral, no solo las cúspides sufren fibrosis y contracción; también se acortan las cuerdas tendinosas, lo que impide el cierre de las valvas durante la sístole ventricular.

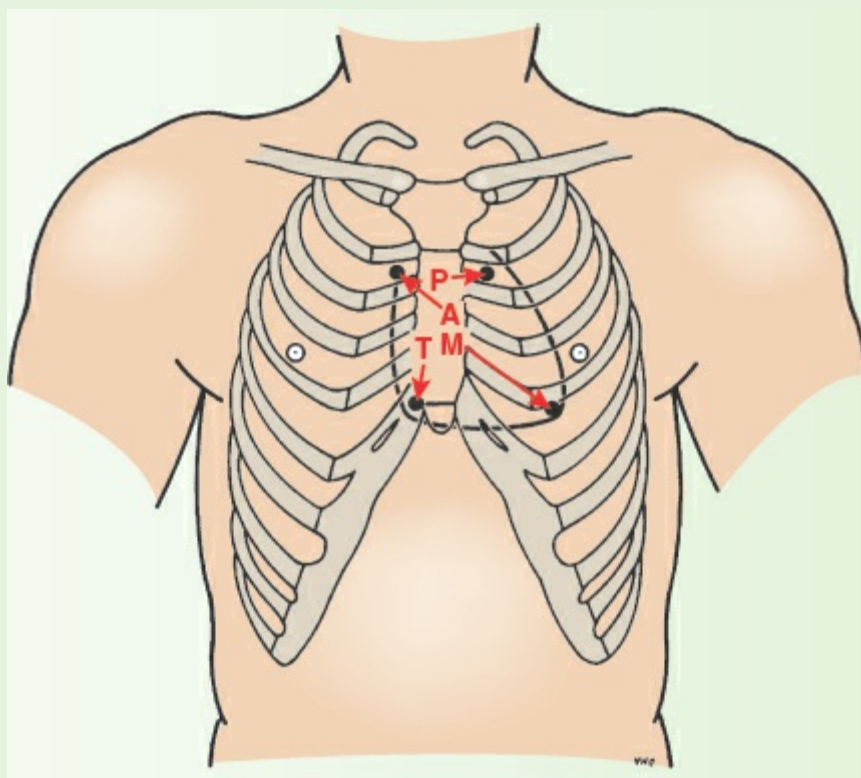


Figura 5-38 Posición de las válvulas cardíacas. *A*, válvula aórtica; *M*, válvula atrioventricular izquierda (mitral); *P*, válvula pulmonar; *T*, válvula atrioventricular derecha (tricúspide). Las *flechas* indican la posición en la que las válvulas pueden ser auscultadas con la menor interferencia.

Tabla 5-7 Comparación de las áreas anatómicas y de auscultación de las válvulas cardíacas^a

VÁLVULA	UBICACIÓN ANATÓMICA	ÁREA DE AUSCULTACIÓN ÓPTIMA
Tricúspide	Detrás de la mitad derecha del esternón, frente al cuarto espacio intercostal.	Sobre la mitad derecha del extremo inferior del cuerpo del esternón.
Mitral	Detrás de la mitad izquierda del esternón, frente al cuarto cartílago costal.	Sobre el latido de la punta (vértice), es decir, a nivel del quinto espacio intercostal, a 9 cm de la línea media.
Pulmonar	Detrás del extremo medial del tercer cartílago costal izquierdo y la parte adyacente del esternón.	Sobre el extremo medial del segundo espacio intercostal izquierdo.
Aórtica	Detrás de la mitad izquierda del esternón, frente al tercer espacio intercostal.	Sobre el extremo medial del segundo espacio intercostal derecho.

“Véase también la [figura 5-38](#).

Soplos cardíacos valvulares

Además de los ruidos típicos “*dub-lub*” del cierre de las válvulas, la sangre no produce ruidos adicionales durante su trayecto en el corazón. No obstante, en caso de estrechamiento de los orificios valvulares o de distorsión o contracción de las valvas/cúspides por enfermedad, se producen turbulencias y vibraciones que se perciben como soplos cardíacos.

Asfixia traumática

La compresión súbita de la pared torácica que se presenta con las fracturas del esternón y las costillas provoca un aumento drástico de la presión intratorácica. Además de la evidencia inmediata de insuficiencia respiratoria, la anatomía del sistema venoso tiene un papel importante en la producción de los signos vasculares característicos de la asfixia traumática. La delgada pared de las venas torácicas y el atrio derecho provoca que en condiciones de aumento de la presión intratorácica, y el flujo venoso se estanca en las venas del cuello y la cabeza. Lo anterior produce congestión venosa; protrusión de los ojos, los cuales sufren hiperemia; y edema de los labios y la lengua, los cuales presentan cianosis. La piel de la cara, el cuello y los hombros adquiere un tono violáceo.

Anatomía de la reanimación cardiopulmonar

Originalmente, se pensaba que el éxito de la reanimación cardiopulmonar (RCP), que se lleva a cabo mediante la compresión del tórax, radicaba en aplicar la presión sobre el corazón comprimiéndolo entre el esternón y la columna vertebral. No obstante, la evidencia actual indica que el flujo sanguíneo que se origina en la RCP es posible debido a que la caja torácica en su totalidad es una bomba; el corazón es simplemente un conducto para el paso de sangre. Las compresiones torácicas externas crean un gradiente de presión extratorácico que es idéntico en todas las cavidades y sitios dentro de la cavidad torácica. Con la compresión, la sangre es dirigida fuera de la cavidad torácica. La sangre fluye preferentemente por el lado arterial de la circulación y regresa por el lado venoso porque las válvulas venosas del sistema yugular interno evitan movimientos oscilatorios innecesarios. Al eliminar la compresión, la sangre entra en la cavidad torácica, preferentemente por el lado venoso de la circulación.



Notas embriológicas

Desarrollo del tubo cardíaco

Se originan grupos celulares a partir del mesénquima en el extremo cefálico del disco embrionario, en dirección cefálica al sitio de la boca en desarrollo y el sistema nervioso. Estos grupos de células crean un plexo de vasos endoteliales que se fusionan para formar los **tubos cardíacos endocárdicos derecho e izquierdo**. El par de tubos se fusiona para formar un **tubo endocárdico medial** (fig. 5-39). A medida que el pliegue cefálico del embrión se desarrolla, el tubo endocárdico y la cavidad pericárdica rotan sobre un eje transverso cerca de 180° para terminar en posición ventral al esófago y caudal a la boca en desarrollo.

El tubo endocárdico comienza a sobresalir en el interior de la cavidad pericárdica (véase fig. 5-39) y es rodeado por una capa gruesa de mesénquima que después se diferenciará en **miocardio** y la **hoja visceral del pericardio seroso**. Lo anterior establece el tubo cardíaco primitivo, con su extremo cefálico como el **extremo arterial** y el extremo caudal como el **extremo venoso**. El extremo arterial del corazón primitivo se continúa más allá del pericardio con un gran vaso, el **saco aórtico** (fig. 5-40). El corazón comienza a latir durante la tercera semana de gestación.

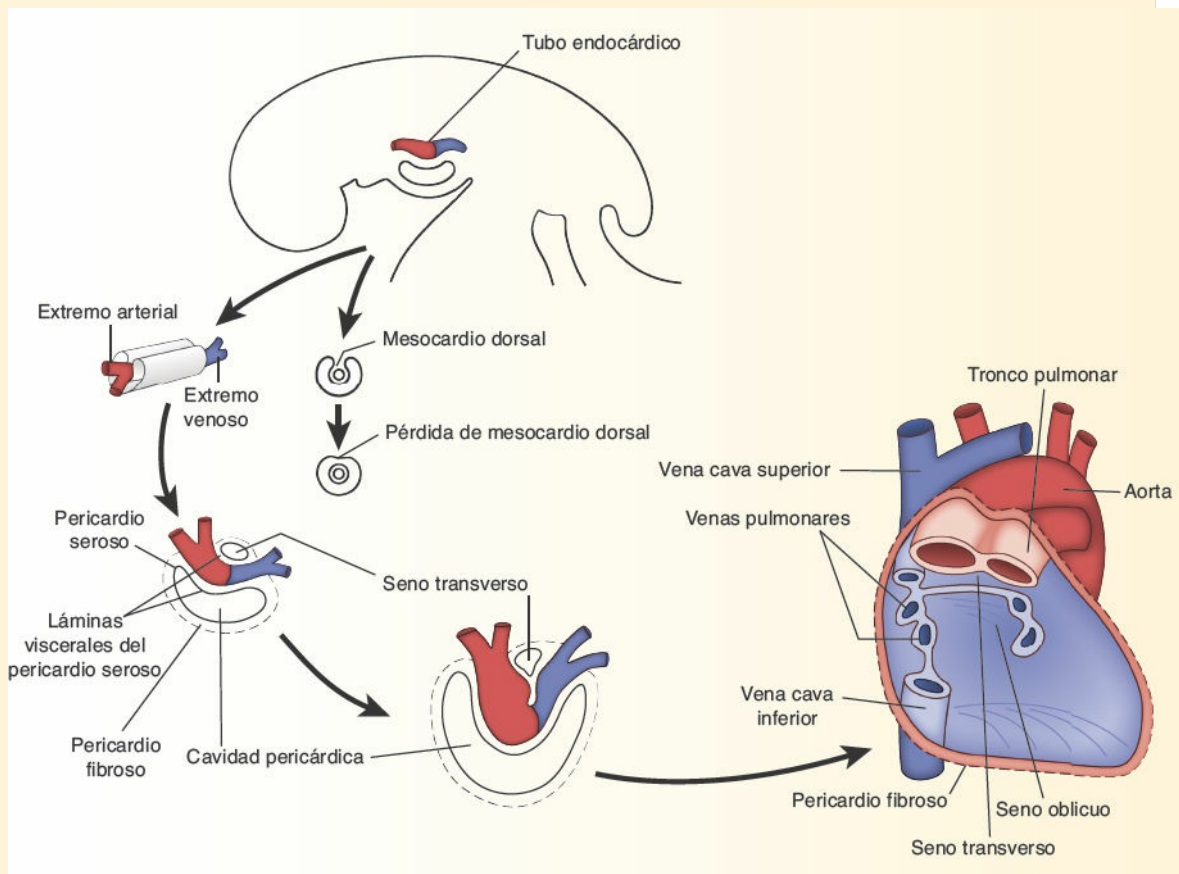


Figura 5-39 El desarrollo del tubo endocárdico en relación con la cavidad pericárdica.

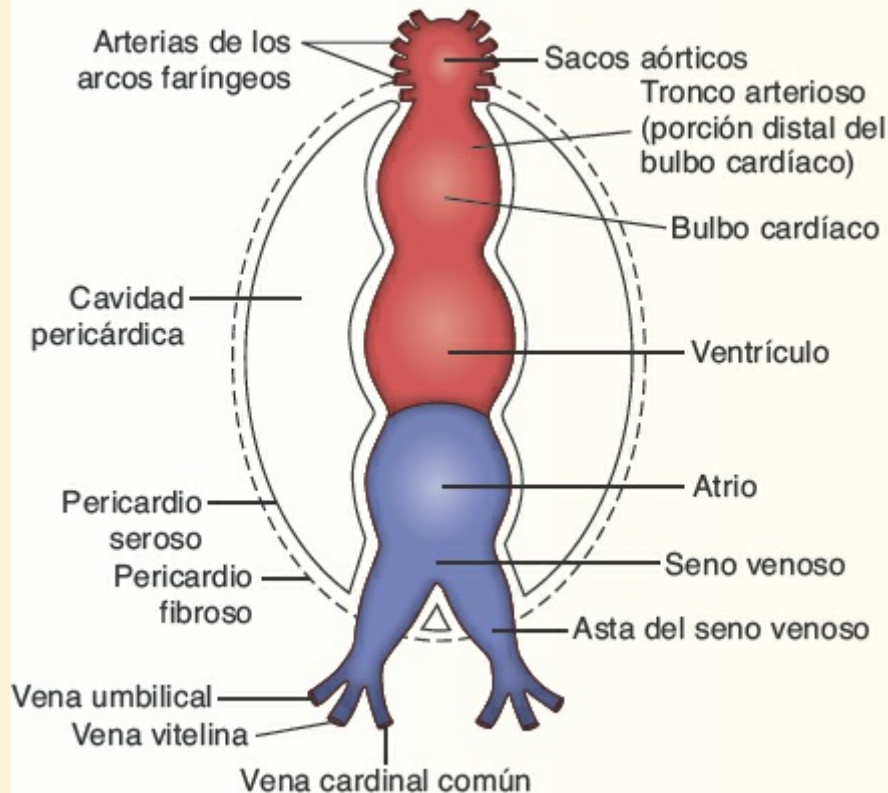


Figura 5-40 Las partes del tubo endocárdico cardíaco dentro del pericardio.

El tubo cardíaco se divide después en un número de dilataciones separadas por surcos (véase [fig. 5-40](#)). Desde el extremo arterial al venoso, estas dilataciones reciben el nombre de **bulbo cardíaco** o **arterioso**, **ventrículo primitivo**, **atrio primitivo** y **seno venoso** (incluyendo los **cuernos derecho e izquierdo**). El bulbo cardíaco y las porciones ventriculares del tubo se elongan de manera más rápida que el resto del tubo. Debido a que los extremos venoso y arterial son fijos al pericardio, el tubo comienza a doblarse ([fig. 5-41](#)). Pronto, este doblez adquiere una forma en “U”, y después una forma en “S” en la que los atrios se localizan posteriores a los ventrículos; por lo tanto, los extremos arterial y venoso se acercan entre sí, tal como se ubican en el corazón adulto. La vía entre el atrio y el ventrículo se estrecha para formar el **conducto atrioventricular**. A medida que se presentan estos cambios, el tubo cardíaco gradualmente migra desde la región del cuello a lo que se convertirá en la región torácica.

Desarrollo de los atrios

El atrio primitivo único se divide en dos atrios separados, derecho e izquierdo, de la siguiente manera ([fig. 5-42](#)). En primer lugar, el conducto atrioventricular se ensancha transversalmente (véase [fig. 5-42A](#)). A continuación, las **almohadillas endocárdicas (atrioventriculares)** ventral y dorsal se forman y fusionan para dar lugar al **septo** o **tabique intermedio**, que divide el conducto en las mitades derecha e izquierda (véase [fig. 5-42A,B](#)). Mientras tanto, otro tabique, el **septum primum**, se desarrolla desde el techo del atrio primitivo y crece inferiormente para fusionarse con el tabique intermedio (véase [fig. 5-42A](#)). La abertura entre el borde inferior del **septum primum** y el tabique intermedio que se presenta antes de su fusión es el **ostium primum (foramen primum)**. El atrio ahora se encuentra dividido en dos porciones: derecha e izquierda.

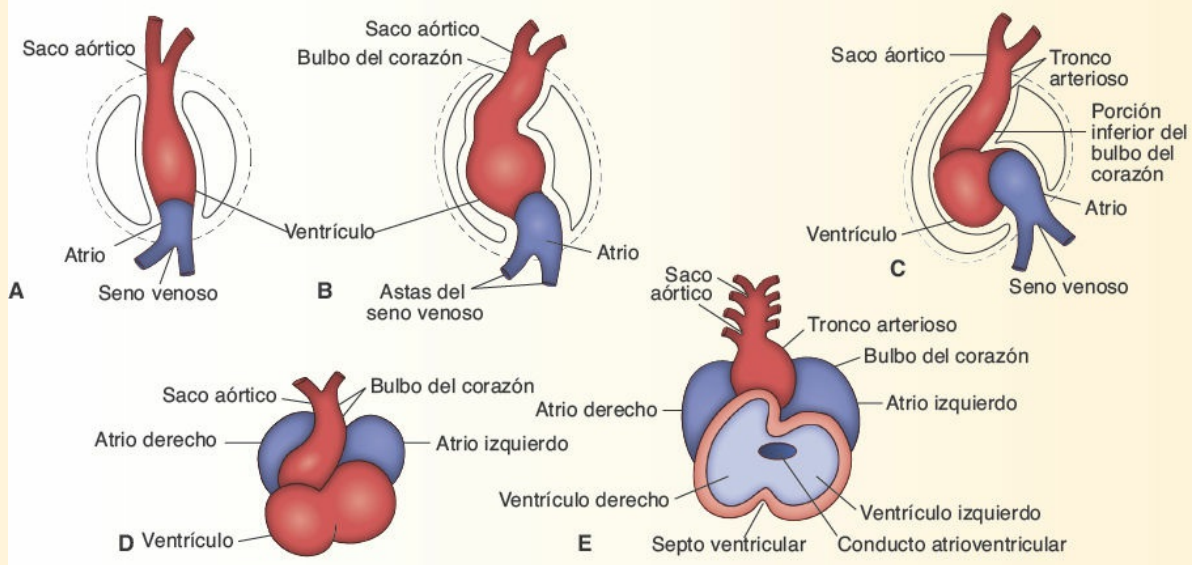


Figura 5-41 Etapas de progresión (A-E) en el plegamiento del tubo cardíaco dentro de la cavidad pericárdica. El interior de los ventrículos en desarrollo se muestra en E.

Antes de que se complete el cierre del *ostium primum*, se producen cambios degenerativos en la porción central del *septum primum* (véase fig. 5-42B). Esta degeneración deriva en un segundo orificio, el *ostium secundum* (**foramen secundum**) que permite que las cavidades atriales derecha e izquierda se comuniquen (véase fig. 5-42C). Otro tabique más grueso (conocido como **septum secundum**) crece inferiormente desde el techo atrial en el lado derecho del *septum primum* (véase fig. 5-42C,D). El borde inferior del *septum secundum* se superpone con el *ostium secundum* en el *septum primum*, pero no llega al suelo del atrio y no se fusiona con el tabique intermedio. El espacio entre el borde libre del *septum secundum* y el *septum primum* recibe el nombre de **foramen oval** en el corazón del adulto (véase fig. 5-42D,E).

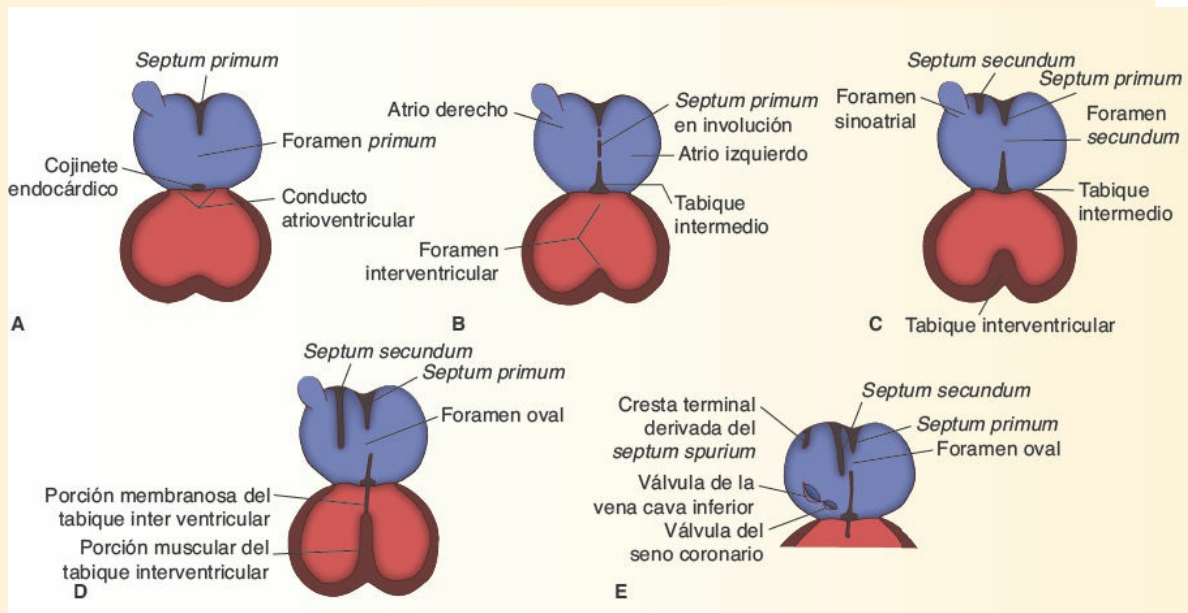


Figura 5-42 Etapas de progresión (A-E) en la división del atrio primitivo y el ventrículo a través del desarrollo de los tabiques internos.

Antes del nacimiento, el foramen oval permite que la sangre oxigenada que ha entrado en el atrio derecho desde la vena cava inferior pase hacia el atrio izquierdo. No obstante, la porción inferior del *septum primum* funciona como una válvula que previene el paso de la sangre desde el atrio

izquierdo al derecho. En el nacimiento, debido a la presión sanguínea elevada en el atrio izquierdo, el *septum primum* se presiona contra el *septum secundum* y se fusiona con este, lo que conduce al cierre del foramen oval. Por lo tanto, los dos atrios quedan ahora separados. El borde inferior del *septum secundum* presente en el atrio derecho se convierte en el **anillo oval**, cuya depresión se denomina **fosa oval**. Los apéndices atriales derecho e izquierdo más tarde se desarrollan como pequeños divertículos desde los atrios derecho e izquierdo, respectivamente.

Desarrollo de los ventrículos

Una división muscular se proyecta superiormente desde el suelo del ventrículo primitivo para formar el **tabique interventricular** (véase fig. 5-42C,D). El espacio delimitado por el borde superior creciente del tabique y las almohadillas endocárdicas forman el **foramen interventricular**. Mientras tanto, unos engrosamientos en espiral, las **crestas bulbares**, aparecen en la porción distal del bulbo cardíaco. Las crestas bulbares crecen y se fusionan para formar el **tabique aortopulmonar** espiral (fig. 5-43). El foramen interventricular se cierra como resultado de la proliferación de las crestas bulbares y las almohadillas endocárdicas fusionadas (tabique intermedio). Este tejido recién formado crece inferiormente y se fusiona con el borde superior del tabique interventricular muscular para formar la **porción membranosa del tabique** (véase fig. 5-42D). El cierre del foramen interventricular no solo interrumpe la vía de comunicación entre los ventrículos derecho e izquierdo, sino que también asegura que la cavidad ventricular derecha se comuniquen con el tronco pulmonar, y la cavidad ventricular izquierda se comuniquen con la aorta. Además, la abertura atrioventricular derecha ahora se conecta de manera exclusiva con la cavidad ventricular derecha, mientras que la abertura atrioventricular izquierda se conecta con la cavidad ventricular izquierda.

Desarrollo de las raíces y las porciones proximales de la aorta y el tronco pulmonar

La porción distal del bulbo cardíaco se denomina **tronco arterioso** (véase fig. 5-40). El tabique aortopulmonar espiral divide el tronco para formar las raíces y las porciones proximales de la aorta y el tronco pulmonar (véase fig. 5-43). Con el establecimiento de los ventrículos derecho e izquierdo, la porción proximal del bulbo cardíaco se incorpora al ventrículo derecho como el **cono arterioso** definitivo o **infundíbulo**, y al ventrículo izquierdo como el **vestíbulo aórtico**. Inmediatamente distal a las válvulas aórticas, las dos arterias coronarias emergen como crecimientos de la aorta en desarrollo.

Desarrollo de las valvas semilunares de la aorta y las arterias pulmonares

Tras la formación del tabique aortopulmonar, se desarrollan tres protuberancias en los orificios de la aorta y la arteria pulmonar. Cada una de las protuberancias se compone de un revestimiento de endotelio sobre tejido conjuntivo laxo. De manera gradual, estas presentan excavaciones (huecos) en sus caras superiores, las cuales constituyen las válvulas semilunares.

Desarrollo de las válvulas atrioventriculares

Después de la formación del tabique intermedio, el conducto atrioventricular se divide en los orificios **atrioventriculares derecho e izquierdo**. Se crean pliegues elevados de endocardio en los bordes de estos orificios. Los pliegues contienen tejido mesenquimatoso que después se hace hueco en la porción ventricular. Cerca del orificio atrioventricular derecho se desarrollan tres cúspides valvulares que forman la **válvula atrioventricular derecha (tricúspide)**; cerca del orificio atrioventricular izquierdo se originan dos valvas que componen la **válvula atrioventricular izquierda (mitral)**. Las cúspides recién formadas aumentan de tamaño y su núcleo mesenquimatoso se diferencia en tejido fibroso. Las valvas permanecen unidas a la pared ventricular a través de fibras musculares. Más tarde, las fibras se diferencian en músculos papilares y cuerdas tendinosas.

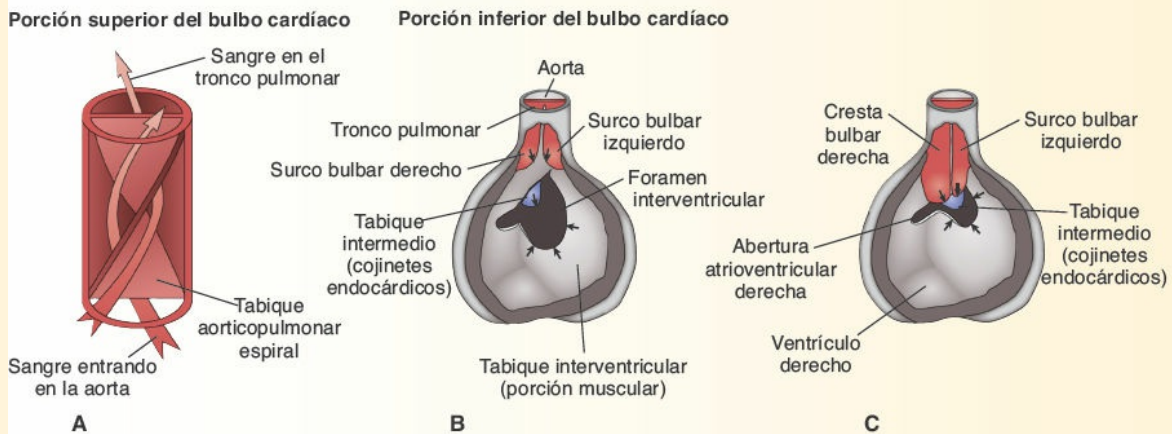


Figura 5-43 División del bulbo cardíaco a través del tabique aorticopulmonar espiral en la aorta y el tronco pulmonar. **A.** Tabique espiral dentro del tronco arterioso (porción superior del bulbo cardíaco). **B.** Porción inferior del bulbo cardíaco que muestra la formación del tabique espiral a través de la fusión de las crestas bulbares (*rojo*), las cuales después crecen inferiormente y se unen al tabique intermedio (*azul*) y la parte muscular del tabique interventricular. **C.** El área del tabique interventricular que se forma desde las crestas bulbares fusionadas (*rojo*) y el tabique intermedio (*azul*), que se conoce como *porción membranosa del tabique interventricular*.

Defectos del tabique interatrial

Después de nacer, el foramen oval se cierra por completo como consecuencia de la fusión del *septum primum* con el *septum secundum*. En el 20-25% de los corazones, persiste una pequeña abertura (**permeabilidad o persistencia**), pero suele ser tan pequeña que no se considera de relevancia clínica. En ocasiones, la abertura es mucho mayor y produce que la sangre oxigenada del atrio izquierdo pase al atrio derecho (fig. 5-44B).

Defecto del tabique interventricular

El desarrollo del tabique interventricular se considera completo cuando la porción membranosa se fusiona con la porción muscular. Los defectos del tabique interventricular (DTIV) son las malformaciones cardíacas congénitas más frecuentes, y se presentan tanto en la porción muscular como la membranosa. Son más frecuentes en la porción muscular del tabique, pero cuando se originan en la porción membranosa, suelen ser más graves. La sangre bajo presiones elevadas pasa a través del defecto de izquierda a derecha, lo que provoca el crecimiento del ventrículo derecho. Los DTIV de gran tamaño pueden reducir la esperanza de vida si no se corrigen quirúrgicamente.

Tetralogía de Fallot

Normalmente, el bulbo cardíaco se divide en la aorta y el tronco pulmonar debido a la formación del tabique aorticopulmonar espiral. Este tabique se forma a partir de la fusión de las crestas bulbares. En caso de que las crestas bulbares no se fusionen de manera correcta, la división del bulbo cardíaco puede ser asimétrica, con el consecuente estrechamiento del tronco pulmonar y la interferencia del flujo de salida ventricular derecho (véase fig. 5-44).

La anomalía congénita resultante, conocida como *tetralogía de Fallot*, es el defecto más frecuente en la región conotruncal. Las cuatro anomalías anatómicas incluyen estenosis del tronco pulmonar (estrechamiento del flujo de salida del ventrículo derecho), un gran defecto septal (principalmente en la porción membranosa), cabalgamiento de aorta (salida de la aorta inmediatamente sobre el DTIV en lugar de solo desde la cavidad ventricular izquierda) e hipertrofia grave del ventrículo derecho (debido a la presión sanguínea elevada en el ventrículo derecho). Los defectos, si bien no tienen por qué ser mortales, provocan cianosis congénita y limitan mucho la actividad. Una vez que el diagnóstico se ha realizado, la mayor parte de los niños pueden ser tratados con éxito mediante cirugía.

La mayoría de los niños sienten que la postura en cuclillas después de realizar actividad física alivia la disnea. Este efecto se debe a que esta posición disminuye el retorno venoso al comprimir las venas abdominales, así como incrementa la resistencia arterial sistémica mediante la obstrucción de las arterias femorales y poplíteas en los miembros inferiores; ambos mecanismos disminuyen el cortocircuito de derecha a izquierda en el defecto del tabique interventricular y mejoran la circulación pulmonar.

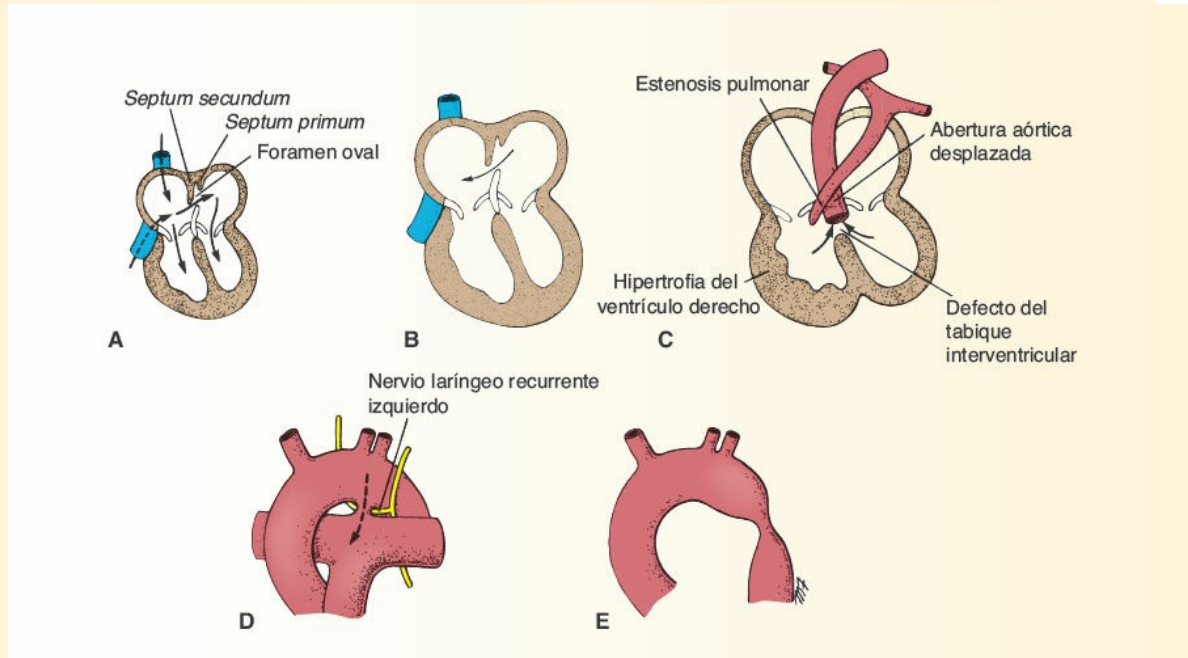


Figura 5-44 A. Corazón fetal normal. B. Defectos del tabique interatrial. C. Tetralogía de Fallot. D. Conducto arterioso persistente (obsérvese la relación estrecha con el nervio laríngeo recurrente izquierdo). E. Coartación de la aorta.

GRANDES ARTERIAS TORÁCICAS

La aorta y el tronco pulmonar son las grandes arterias del tórax. Ambos vasos dan lugar a todo el flujo arterial del tórax. La aorta proporciona el flujo del circuito sistémico y el tronco pulmonar, el del circuito pulmonar.

Aorta

La *aorta* es el principal tronco arterial que lleva sangre oxigenada desde el ventrículo izquierdo del corazón hacia los tejidos del cuerpo. Se compone de cuatro porciones importantes: la aorta ascendente, el arco de la aorta, la aorta descendente torácica y la aorta descendente abdominal ([fig. 5-45](#)).

Aorta ascendente

La aorta ascendente comienza en la base del ventrículo izquierdo y discurre superior y anteriormente hasta alcanzar la cara posterior de la mitad derecha del esternón a nivel del ángulo esternal, donde se continúa con el arco de la aorta ([véase fig. 5-30](#)). La aorta ascendente se ubica en el pericardio fibroso en el

mediastino medio (véase [fig. 5-28](#)), dentro de una vaina de pericardio seroso junto con el tronco pulmonar. En su raíz, posee tres bulbos, los **senos aórticos**, uno detrás de cada valva de la válvula aórtica.

Ramas

Las arterias coronarias son las primeras ramas de la aorta. La arteria coronaria derecha emerge desde el seno aórtico derecho, mientras que la arteria coronaria izquierda se origina del seno aórtico izquierdo (véanse [figs. 5-30](#) y [5-36](#)). El trayecto completo de estas arterias se ha descrito anteriormente en este capítulo (*Aporte arterial del corazón*).

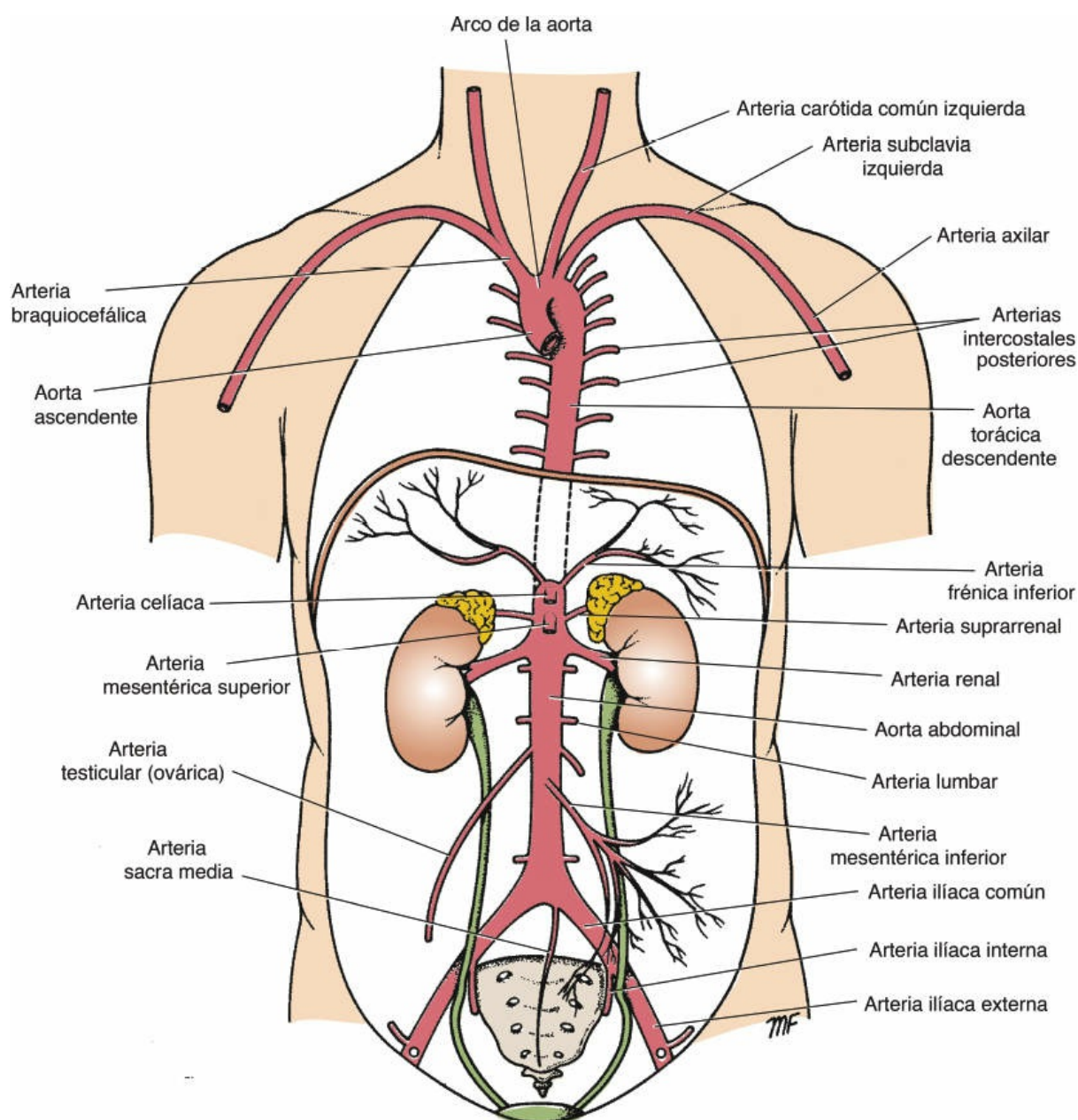


Figura 5-45 Ramas principales de la aorta.

Arco de la aorta

El arco de la aorta es la continuación de la aorta ascendente (véanse figs. 5-30 y 5-45). Se localiza en el mediastino superior detrás del manubrio del esternón, y se arquea hacia arriba, atrás y a la izquierda por delante de la tráquea (su principal dirección es hacia atrás). A continuación, discurre inferiormente a la izquierda de la tráquea, a nivel del ángulo del esternón, y se continúa con la aorta descendente (véase fig. 5-10).

Ramas

El arco de la aorta da origen a tres arterias principales desde su superficie convexa (superior): la arteria braquiocefálica, la arteria carótida común y la arteria subclavia izquierda (véanse figs. 5-10A, 5-30 y 5-45). La primera rama, la **arteria braquiocefálica**, se dirige superiormente y hacia la derecha de la tráquea y se divide en la arteria subclavia derecha y la arteria carótida común derecha por detrás de la articulación esternoclavicular derecha.

La segunda rama, la **arteria carótida común izquierda**, se origina en el lado izquierdo de la arteria braquiocefálica. Discurre posteriormente y a la izquierda de la tráquea y entra en el cuello por detrás de la articulación esternoclavicular izquierda.

La tercera rama, la **arteria subclavia izquierda**, sale del arco de la aorta por detrás de la arteria carótida común izquierda. Discurre posteriormente a lo largo del lado izquierdo de la tráquea y el esófago para entrar en la raíz del cuello (véase fig. 5-13B). Se arquea sobre el vértice del pulmón izquierdo y continúa hacia el miembro superior izquierdo.

Aorta descendente torácica

La aorta descendente torácica se localiza en el mediastino posterior. Comienza como la continuación del arco de la aorta en el lado izquierdo del borde inferior del cuerpo de la vértebra T4 (es decir, opuesta al ángulo del esternón). Se dirige hacia abajo, inclinándose medial y anteriormente para alcanzar la cara anterior de la columna vertebral (véanse figs. 5-13B y 5-45). A nivel de la vértebra T12, pasa posterior al diafragma (a través de la abertura aórtica) en la línea media y se continúa con la aorta abdominal (véase fig. 4-11). La aorta abdominal se describe en el capítulo 7.

Ramas

Las **arterias intercostales posteriores** se ramifican a los nueve espacios intercostales inferiores en cada lado (véase fig. 5-45). Las **arterias subcostales** se originan en cada lado y discurren por el borde inferior de la duodécima costilla para entrar en la pared abdominal. Las arterias **pericárdica**, **esofágica** y **bronquial** son pequeñas ramas que irrigan estos órganos.

Tronco pulmonar

El tronco pulmonar lleva sangre desoxigenada desde el ventrículo derecho del corazón hacia los pulmones. Abandona el infundíbulo (porción superior) del

ventrículo derecho y se dirige posterosuperiormente y a la izquierda (véase fig. 5-30). Tiene una longitud de cerca de 5 cm y termina en la concavidad del arco de la aorta al dividirse en arterias pulmonares **derecha e izquierda** (véase fig. 5-11). Se localiza en el mediastino medio junto con la aorta ascendente, rodeada de pericardio fibroso y una vaina de pericardio seroso (véase fig. 5-28).

Ramas

La arteria pulmonar derecha se dirige a la derecha posterior a la aorta ascendente y la vena cava superior para entrar en la raíz del pulmón derecho (véanse figs. 5-11, 5-13A y 5-30).

La arteria pulmonar izquierda se dirige a la izquierda anterior a la aorta descendente para entrar en la raíz del pulmón izquierdo (véanse figs. 5-11, 5-13B y 5-30).

El **ligamento arterioso** es una banda fibrosa que conecta la bifurcación del tronco pulmonar a la superficie inferior cóncava del arco de la aorta (véanse figs. 5-13B, 5-28 y 5-31). El ligamento arterioso es el vestigio del conducto arterioso, que en el feto conduce la sangre desde el tronco pulmonar hacia la aorta, por lo que evita el paso por los pulmones. El nervio laríngeo recurrente se engancha alrededor del borde inferior del conducto (véanse figs. 5-13B, 5-28 y 5-31), que se cierra después del nacimiento. En caso de que permanezca permeable, la sangre aórtica entrará en la circulación pulmonar (véase fig. 5-44D). Entonces se hace necesaria la ligadura quirúrgica del conducto, y durante la intervención será importante mantener el nervio laríngeo recurrente izquierdo intacto.



Notas clínicas

Aneurisma y coartación de la aorta

El arco de la aorta yace posterior al manubrio del esternón. Las dilataciones grandes (aneurisma) de la aorta pueden presentarse en forma de crecimiento pulsátil en la escotadura yugular (escotadura supraesternal).

La coartación de la aorta es un estrechamiento congénito de la aorta inmediatamente proximal, opuesto o distal al sitio de inserción del ligamento arterioso (véase fig. 5-44E). Esta alteración se considera que es consecuencia de una cantidad anómala de tejido muscular del conducto arterioso en la pared de la aorta. Cuando el conducto arterioso se contrae, el tejido del conducto dentro de la pared aórtica también lo hace, lo que estrecha la luz de la aorta. Después, cuando aparece fibrosis, la pared aórtica también se ve afectada, por lo que se presenta un estrechamiento permanente.

Clínicamente, el signo característico de la coartación de la aorta es la ausencia o la disminución de pulso en las arterias femorales de ambos miembros inferiores. Para compensar la disminución de volumen sanguíneo que llega a la región inferior del cuerpo, se desarrolla gran cantidad de circulación colateral, que conduce a la dilatación de las arterias torácica interna, subclavia e intercostales posteriores. Las arterias intercostales dilatadas erosionan los bordes inferiores de las costillas y producen las escotaduras características, las cuales se observan en la exploración radiográfica.

Conducto arterioso persistente

El conducto arterioso representa la porción distal del sexto arco de la aorta izquierdo y conecta la arteria pulmonar izquierda (cerca de su origen desde el tronco pulmonar) al inicio de la aorta descendente (véase fig. 5-44D). Durante la vida fetal, la sangre pasa a través de este desde la arteria

pulmonar a la aorta, de manera que evita los pulmones. Después del nacimiento, suele estrecharse, cerrarse y convertirse en el ligamento arterioso.

El fallo en el cierre del conducto arterioso puede ser consecuencia de una anomalía congénita aislada o estar asociado con alguna enfermedad cardíaca congénita. Un conducto arterioso persistente provoca que la sangre aórtica, a presión elevada, pase a la arteria pulmonar, lo cual origina hipertensión pulmonar e hipertrofia del ventrículo derecho. El conducto arterioso persistente pone en riesgo la vida y debe cerrarse quirúrgicamente.

GRANDES VENAS TORÁCICAS

Las venas braquiocefálica, ácigos y cava superior son las grandes venas del tórax. Reciben drenaje sanguíneo desde la cabeza, el cuello, los miembros superiores y el tórax. La vena cava inferior recibe sangre principalmente desde las porciones corporales inferiores al diafragma y tiene solo un trayecto corto en el tórax.

Venas braquiocefálicas

Las venas braquiocefálicas derecha e izquierda se forman en la raíz del cuello a cada lado mediante la unión de las respectivas venas subclavias y yugulares internas (*fig. 5-46; véanse también figs. 5-13, 5-19 y 5-28*). La vena braquiocefálica derecha discurre diagonalmente en dirección inferior y a la derecha discurre posterior al manubrio del esternón y anterior a las grandes ramas del arco de la aorta. La vena braquiocefálica derecha es relativamente corta y desciende casi verticalmente. Las dos venas braquiocefálicas se unen para formar la vena cava superior (*véase fig. 5-46*).

Vena cava superior

Las dos venas braquiocefálicas se unen para formar la vena cava superior, que transporta todo el flujo venoso de la cabeza y el cuello y ambos miembros superiores (*véanse figs. 5-28 y 5-46*). La vena cava superior discurre inferiormente y termina en el atrio derecho del corazón (*véase fig. 5-33*). La vena ácigos se une a la cara posterior de la vena cava superior justo antes de entrar en el pericardio (*véase fig. 5-13A y 5-46B*).

Venas ácigos

El sistema de las venas ácigos se compone de la ácigos principal, la hemiácigos inferior y la hemiácigos superior (*véanse figs. 4-15 y 5-46*). De manera conjunta, drenan la sangre desde las porciones posteriores de los espacios intercostales, la pared abdominal posterior, el diafragma, los bronquios y el esófago.

Vena ácigos

El origen de la vena ácigos es variable. Por lo general, se forma por la unión de

la **vena lumbar ascendente derecha** y la **vena subcostal derecha** en el abdomen (véase [fig. 4-15](#)).

Asciende a través de la abertura aórtica en el diafragma por el lado derecho de la aorta hasta el nivel de la vértebra T5 (véase [fig. 5-46](#)). Aquí, se arquea hacia adelante por encima de la raíz del pulmón derecho para vaciar su contenido en la cara posterior de la vena cava superior (véase [fig. 5-13A](#)).

La vena ácigos tiene gran cantidad de tributarias, incluyendo las **ocho venas intercostales derechas inferiores**, la **vena intercostal superior derecha**, las **venas hemiácigos superior e inferior**, así como la gran cantidad de **venas mediastínicas**.

Vena hemiácigos inferior

La unión de la **vena lumbar ascendente izquierda** y la **vena subcostal izquierda** en el abdomen suele formar la vena hemiácigos inferior. Esta asciende por el pilar izquierdo del diafragma y, cerca del nivel de la vértebra T8, gira a la derecha y se une con la vena ácigos (véase [fig. 4-15](#)). Recibe como tributarias a algunas **venas intercostales inferiores** y **mediastínicas**.

Vena hemiácigos superior

La unión de la **vena intercostal superior izquierda** y las **venas intercostales cuarta a octava** forman la vena hemiácigos superior (véase [fig. 4-15](#)). Se une a la vena ácigos a nivel de la vértebra T7.



Notas clínicas

Vena ácigos y obstrucción de la cava

En la obstrucción de las venas cavas superior e inferior, la vena ácigos puede funcionar como una vía alternativa para el retorno venoso hacia el atrio derecho del corazón. Este efecto es posible debido a que estas venas y sus tributarias conectan las venas cavas superior e inferior.

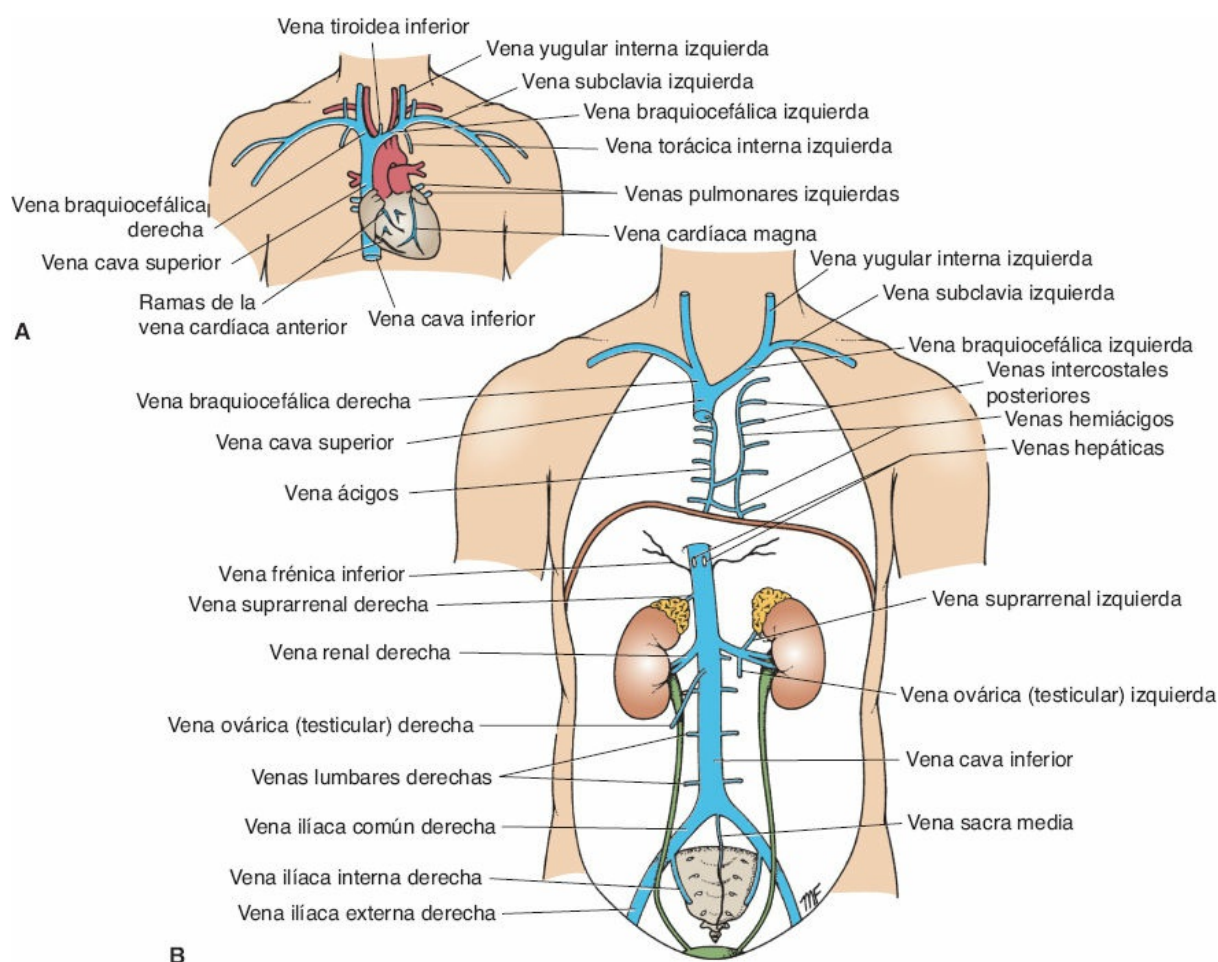


Figura 5-46 A. Venas principales que entran en el corazón. B. Venas principales que drenan en las venas cava superior e inferior.

Vena cava inferior

La vena cava inferior perfora el centro tendinoso del diafragma a nivel de la vértebra T8 y casi inmediatamente entra en la porción inferior del atrio derecho (véanse [figs. 4-11](#), [5-13A](#), [5-33](#) y [5-46A](#)).

Venas pulmonares

Dos venas pulmonares emergen de cada pulmón con sangre oxigenada hacia el atrio izquierdo del corazón (véanse [figs. 5-13](#), [5-31](#) y [5-32](#)).

LINFÁTICOS TORÁCICOS

Los vasos linfáticos en el tórax obtienen linfa de casi todas las regiones del cuerpo que se localizan por debajo del cuello, así como de los miembros superiores. Asimismo, los extremos superiores de estos vasos (localizados en la raíz del cuello) habitualmente obtienen el drenaje linfático de la cabeza y los miembros superiores.

Pared torácica

Los vasos linfáticos de la piel de la pared torácica anterior drenan hacia los **nódulos axilares anteriores**, mientras que los vasos linfáticos de la piel de la pared torácica posterior drenan en los **nódulos linfáticos axilares posteriores** (véase [fig. 4-16](#)). Los vasos linfáticos profundos de las paredes anteriores de los espacios intercostales drenan hacia adelante a los **nódulos torácicos internos** a lo largo de los vasos sanguíneos torácicos internos. Desde este punto, la linfa viaja hacia el conducto torácico en el lado izquierdo y el tronco broncomediastínico en el derecho. Los vasos linfáticos profundos de las porciones posteriores de los espacios intercostales drenan posteriormente a los **nódulos intercostales posteriores**, que se ubican cerca de las cabezas de las costillas. Desde aquí, la linfa entra en el conducto torácico.

Mediastino

Además de los nódulos que drenan los pulmones (véase [fig. 5-22](#)), hay otros nódulos a lo largo del mediastino. Drenan la linfa de las estructuras mediastínicas y vacían su contenido en los troncos broncomediastínico y torácico. La alteración y el crecimiento de estos nódulos pueden ejercer presión en estructuras adyacentes de relevancia, como la tráquea y la vena cava superior.

Conducto torácico

El conducto torácico comienza inferior al abdomen como un saco dilatado, la **cisterna del quilo** (véase [fig. 1-29A](#)). Ascende a través de la abertura aórtica del diafragma, en el lado derecho de la aorta descendente (véase [fig. 5-32](#)). Gradualmente cruza el plano medio posterior al esófago y alcanza el borde izquierdo del esófago a nivel del borde inferior del cuerpo de la vértebra T4 (ángulo del esternón) (véase [fig. 5-6B](#)). A continuación discurre superiormente a lo largo del borde izquierdo del esófago para entrar en la raíz del cuello (véase [fig. 5-6A](#)). Aquí, se flexiona lateralmente por detrás de la vaina carotídea y por delante de los vasos vertebrales. Luego, discurre inferiormente por delante del nervio frénico y cruza la arteria subclavia para entrar en el origen de la vena braquiocefálica izquierda.

En la raíz del cuello, el conducto torácico recibe los troncos linfáticos **yugular**, **subclavio** y **broncomediastínico**, si bien también pueden drenar directamente en las grandes venas adyacentes. Por lo tanto, el conducto torácico transporta toda la linfa de los miembros inferiores, la cavidad pélvica, la cavidad abdominal, el lado izquierdo del tórax y el lado izquierdo de la cabeza, el cuello y el brazo (véanse [figs. 1-29A,B](#)).

Conducto linfático derecho

La **vena yugular derecha**, la **vena subclavia** y los **troncos**

broncomediastínicos, que drenan el lado derecho de la cabeza y el cuello, el miembro superior derecho y este lado del tórax, respectivamente, pueden unirse para formar el conducto linfático derecho (véase [fig. 1-29A](#)). De estar presente, este conducto común mide cerca de 1,3 cm de largo y desemboca en el nacimiento de la vena braquiocefálica derecha. De manera alternativa, los troncos pueden abrirse de forma independiente hacia las grandes venas en la raíz del cuello.

NERVIOS TORÁCICOS

El vago y los nervios frénicos son los nervios de mayor relevancia que pasan a través de la cavidad torácica. Otros nervios (p. ej., los intercostales) se relacionan con las paredes torácicas y se revisan en el [capítulo 4](#). Las porciones torácicas de las cadenas simpáticas se asocian con las paredes torácicas y dan lugar a ramos que pasan por el interior de las cavidades torácica y abdominal. Estos se estudian a continuación.

Nervio vago

Los nervios vagos conducen **fibras parasimpáticas preganglionares** (y otros componentes) hacia las cavidades abdominal y torácica. Ambos nervios emiten **ramos cardíacos** en el cuello que descienden hacia el tórax. Estos ramos contribuyen a los plexos pulmonar, esofágico y cardíaco, e inervan el esófago y el corazón, respectivamente.

El nervio vago derecho desciende en el tórax, primero posterolateral a la arteria braquiocefálica (véase [fig. 5-6A](#)), después lateral a la tráquea y medial a la porción terminal de la vena ácigos (véase [fig. 5-13A](#)). Pasa posterior a la raíz del pulmón derecho y contribuye a la formación del **plexo pulmonar**. Al abandonar el plexo, el nervio vago se dirige a la cara posterior del esófago y participa en la formación del **plexo esofágico**. Después, pasa a través del hiato esofágico del diafragma detrás del esófago para alcanzar a la cara posterior del estómago (véase [fig. 4-11](#)).

El **nervio vago** desciende hacia en el tórax entre la arteria carótida común y la arteria subclavia izquierda (véanse [figs. 5-6A](#) y [5-13B](#)). Después, cruza el lado izquierdo del arco de la aorta, donde pasa inferior al nervio frénico. El nervio vago gira posteriormente, por detrás de la raíz del pulmón izquierdo, y participa en la formación del **plexo pulmonar**. Al abandonar el plexo, el nervio vago se dirige a la cara anterior del esófago y participa en la formación del **plexo esofágico**. Después pasa a través del hiato esofágico del diafragma por delante del esófago, hasta alcanzar la cara anterior del estómago (véase [fig. 4-11](#)).

Ramos

Cada nervio vago da origen a un nervio laríngeo recurrente. Los nervios laríngeos recurrentes derecho e izquierdo tienen relaciones significativamente

diferentes dentro del tórax. El nervio laríngeo recurrente derecho emerge del nervio vago derecho en el cuello, se curva alrededor de la arteria subclavia derecha y asciende entre la tráquea y el esófago. El nervio laríngeo recurrente izquierdo se origina del tronco del nervio vago izquierdo cuando el nervio cruza el arco de la aorta (véanse figs. 5-13 y 5-28). Después, se curva alrededor del ligamento arterioso y asciende en el surco entre la tráquea y el esófago, en el lado izquierdo (véase fig. 5-6A). Por lo tanto, el nervio laríngeo recurrente izquierdo posee un origen considerablemente más inferior en el tórax y relaciones cercanas con el arco de la aorta y el ligamento arterioso y prenatalmente, con el conducto arterioso (véase fig. 5-44D). Los nervios laríngeos recurrentes inervan la tráquea y el esófago a medida que ascienden hacia el cuello y, en última instancia, termina por ser la inervación motora y sensitiva principal de la laringe.

Nervio frénico

Los nervios frénicos nacen en el cuello desde los ramos anteriores de los nervios cervicales tercero, cuarto y quinto (véase capítulo 12, *Principales nervios del cuello*).

El nervio frénico derecho desciende en el tórax siguiendo el lado derecho de la vena braquiocefálica derecha y la vena cava superior (véanse figs. 5-6A,B y 5-13A). Pasa anterior a la raíz del pulmón derecho y discurre a lo largo del lado derecho del pericardio, que separa el nervio del atrio derecho. A continuación, desciende por el lado derecho de la vena cava inferior hacia el diafragma. Sus ramos terminales pasan a través del orificio de la vena cava en el diafragma para inervar la porción central del peritoneo en su cara abdominal (véase fig. 4-11).

El **nervio frénico izquierdo** desciende en el tórax por el lado izquierdo de la arteria subclavia izquierda. Cruza el lado derecho del arco de la aorta (véase fig. 5-13B) y ahí cruza sobre el nervio vago izquierdo. A continuación, pasa anterior a la raíz del pulmón izquierdo y asciende sobre la cara izquierda del pericardio, que lo separa del ventrículo izquierdo. Al llegar al diafragma, los ramos terminales penetran el músculo e inervan la porción central del peritoneo en su cara abdominal (véase fig. 4-11).

El nervio frénico posee fibras tanto eferentes como aferentes. Las **fibras eferentes** son la única fuente de inervación motora del músculo diafragmático. Las **fibras aferentes** conducen la sensibilidad al sistema nervioso central desde el peritoneo que reviste la porción central de la superficie inferior del diafragma, la pleura que cubre la porción central de la superficie superior del diafragma y el pericardio y la pleura mediastínica parietal.



Notas clínicas

Parálisis diafragmática

La presión debida a tumores cancerosos del mediastino puede paralizar el nervio frénico. El

aplastamiento o sección quirúrgica del nervio frénico en el cuello, que produce parálisis unilateral del diafragma, se empleaba como parte del tratamiento de la tuberculosis pulmonar, en especial, de los lóbulos inferiores. En estos casos, la cúpula inmóvil del diafragma elevado sostiene el pulmón.

Tronco simpático

La porción torácica del tronco simpático se continúa superiormente con la porción cervical e inferiormente con la porción lumbar del tronco simpático. Es la estructura más lateral en el mediastino y discurre inferiormente por las cabezas de las costillas (véanse [figs. 5-13](#) y [5-14](#)). Abandona el tórax en el borde lateral de la vértebra T12 pasando posterior al ligamento arqueado medial del diafragma.

El tronco simpático posee doce, en ocasiones once, ganglios segmentarios, cada uno con **ramos comunicantes blancos** y **grises** que pasan al nervio espinal correspondiente. El primer ganglio a menudo se fusiona con el ganglio cervical inferior para formar el **ganglio cervicotorácico (estrellado)**.

Ramos

1. Los **ramos comunicantes blancos** conectan nervios espinales torácicos individuales con la cadena simpática. Transportan fibras preganglionares desde los nervios espinales a la cadena simpática.
2. Los **ramos comunicantes grises** conectan los ganglios de la cadena simpática con sus nervios espinales torácicos correspondientes. Estos ramos transportan fibras posganglionares que se distribuyen a través de los ramos de los nervios espinales hacia los vasos sanguíneos, las glándulas sudoríparas y los músculos erectores del pelo de la piel en la pared corporal y los miembros.
3. Los **ramos esplácnicos torácicos (viscerales)** emergen desde los primeros cuatro o cinco ganglios torácicos de la cadena. Transportan fibras posganglionares a los plexos pulmonar, cardíaco y esofágico, los pulmones, el corazón, la aorta y el esófago.
4. Los **nervios abdominales esplácnicos (viscerales)** surgen a partir de los ocho ganglios torácicos inferiores de la cadena (véase [fig. 5-13](#)). Estos nervios transportan principalmente fibras preganglionares hacia las vísceras abdominales. Tres de los nervios abdominales esplácnicos emergen de la porción torácica de la cadena simpática: el **nervio esplácnico mayor** nace en los ganglios quinto a noveno, el **nervio esplácnico menor** surge de los ganglios décimo y undécimo, mientras que el **nervio esplácnico imo o inferior** emerge del duodécimo ganglio. Todos ellos entran en el abdomen penetrando los pilares del diafragma. Véase el [capítulo 7](#) para conocer los detalles sobre la distribución de estos nervios en el abdomen.



Notas clínicas

Tronco simpático y tratamiento de la enfermedad de Raynaud

Puede realizarse una simpatectomía preganglionar del segundo y el tercer ganglio torácico para aumentar el flujo sanguíneo a los dedos en caso de alteraciones como la enfermedad de Raynaud. La simpatectomía provoca la vasodilatación de las arteriolas en el miembro superior.

Anestesia espinal y sistema nervioso simpático

Con la anestesia espinal alta se bloquean las fibras simpáticas preganglionares que emergen de los segmentos torácicos inferiores de la médula espinal. Ello produce vasodilatación temporal por debajo de este nivel, con la consecuente disminución de la presión sanguínea.

Dolor torácico

El dolor torácico es un síntoma de consulta habitual en la práctica clínica. Desafortunadamente, el dolor torácico es un síntoma común en diversas alteraciones y puede ser consecuencia de anomalías en las paredes torácica y abdominal o en las diversas vísceras de ambas cavidades. La intensidad del dolor no suele estar relacionada con la gravedad de la causa. El dolor miocárdico puede simular esofagitis, dolor musculoesquelético de la pared torácica y otras causas que no ponen en peligro la vida. A menos que no se realice un diagnóstico preciso y astuto, un paciente puede ser dado de alta con una enfermedad más grave que lo que indican los síntomas. Cuando se trata de dolor torácico, no es suficiente contar con un diagnóstico correcto el 99% de las veces. La comprensión del dolor torácico ayuda a considerar de forma sistemática el diagnóstico diferencial.

Dolor torácico somático

El dolor que surge de las paredes torácica y abdominal es intenso y localizado. El dolor somático se genera en las terminaciones nerviosas somáticas aferentes y es conducido al sistema nervioso central a través de nervios espinales segmentarios.

Dolor torácico visceral

El dolor visceral es difuso y mal localizado. Es conducido al sistema nervioso central a lo largo de los nervios viscerales aferentes generales que acompañan los nervios autónomos. La mayor parte de las fibras del dolor visceral ascienden a la médula espinal junto con los nervios simpáticos y entran en la médula espinal por las raíces nerviosas posteriores de los nervios espinales segmentarios. Algunas de las fibras nociceptivas de la faringe y la porción superior del esófago y la tráquea entran al sistema nervioso central por las fibras parasimpáticas de los nervios vago y glossofaríngeo.

Dolor torácico referido

El dolor torácico *referido* es la sensación dolorosa en una región distinta al sitio de origen del estímulo pero en un área inervada por el mismo segmento o segmentos adyacentes de la médula espinal. El dolor referido puede relacionarse con estructuras tanto somáticas como viscerales, por ejemplo, el dolor miocárdico referido al miembro superior. Para comprender el dolor torácico, es esencial un conocimiento práctico de los dermatomas torácicos (véase [fig. 1-24](#) y [1-25](#)). Véase antes *Notas clínicas* (Dolor y neumopatías; Dolor cardíaco) en este capítulo para conocer más acerca del dolor torácico referido.

ESÓFAGO

El *esófago* es una estructura tubular de cerca de 25 cm de longitud que se continúa superiormente con la porción laríngea de la faringe a nivel de la vértebra C6. Pasa a través del hiato esofágico del diafragma a nivel de la vértebra T10 para unirse al estómago (véanse [figs. 4-11](#) y [5-10A](#)).

En el cuello, el esófago yace anterior a la columna vertebral; lateralmente, se

relaciona con los lóbulos de la glándula tiroides; anteriormente, está en contacto con la tráquea y los nervios laríngeos recurrentes (véase [cap. 12](#)).

En el tórax, se dirige inferiormente y a la izquierda a través del mediastino superior y, después, por el mediastino posterior. A nivel del ángulo del esternón, el arco de la aorta desvía el esófago hacia la línea media (véase [fig. 5-6](#)).

Las relaciones de la porción torácica del esófago de superior a inferior son:

- **Parte anterior.** La tráquea y el nervio laríngeo recurrente izquierdo; el bronquio principal izquierdo, que lo constriñe; y el pericardio, que lo separa del atrio izquierdo (véanse [figs. 5-6](#) y [5-32](#)).
- **Parte posterior.** Los cuerpos de las vértebras torácicas, el conducto torácico, las venas ácigos, las arterias intercostales posteriores derechas y, en su extremo inferior, la aorta descendente torácica (véanse [figs. 5-6](#) y [5-32](#)).
- **Lado derecho.** La pleura mediastínica y la porción terminal de la vena ácigos (véase [fig. 5-13A](#)).
- **Lado izquierdo.** La arteria subclavia izquierda, el arco de la aorta, el conducto torácico y la pleura mediastínica (véase [fig. 5-13B](#)).

Inferior al nivel de las raíces de los pulmones, los nervios vagos abandonan el plexo pulmonar y se unen con los nervios simpáticos para formar el **plexo esofágico**. El **nervio vago izquierdo** se localiza anterior al esófago, y el **nervio vago derecho**, posterior a este. En su abertura en el diafragma, el esófago se acompaña por los dos nervios vagos (véase [fig. 4-11](#)), ramas de los vasos sanguíneos gástricos izquierdos y vasos linfáticos. Las fibras del pilar derecho del diafragma pasan alrededor del esófago en forma de honda.

En el abdomen, el esófago desciende cerca de 1,3 cm y después entra en el estómago. Se relaciona con el lóbulo hepático izquierdo, que se localiza por delante, y el pilar izquierdo del diafragma, que se localiza por detrás.

Vascularización

El tercio superior del esófago recibe irrigación de la arteria **tiroidea inferior**; el tercio medio, de las **ramas esofágicas de la aorta descendente torácica**; y el tercio inferior, de ramas de la **arteria gástrica izquierda**. Las venas del tercio superior drenan en las **venas tiroideas inferiores**; las del tercio medio, en las **venas ácigos**; y las del tercio inferior, en la **vena gástrica izquierda**, tributaria de la vena porta.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos del tercio superior del esófago conducen la linfa a los **nódulos cervicales profundos**; los del tercio medio drenan en los **nódulos mediastínicos superiores y posteriores**; los de la porción inferior vacían en los **nódulos a lo largo de los vasos sanguíneos gástricos izquierdos** y los **nódulos celíacos** (véase [fig. 5-22](#)).

Inervación

El esófago está inervado por fibras parasimpáticas y simpáticas de los **nervios vagos** y **troncos simpáticos**, respectivamente. En la porción inferior de su trayecto torácico, el esófago está rodeado por el **plexo nervioso esofágico**.



Notas clínicas

Constricciones esofágicas

El esófago tiene **tres constricciones fisiológicas y anatómicas** (fig. 5-47). La primera corresponde al sitio donde la faringe se une al extremo superior; la segunda, donde el arco de la aorta y el bronquio principal izquierdo cruzan su cara anterior; y la tercera, en el sitio donde el esófago pasa al estómago a través del diafragma. Estas constricciones tienen relevancia clínica porque son sitios de atasco frecuente de objetos extraños o de acceso difícil con un esofagoscopio. Debido a que existe un leve retraso en el paso de la comida o líquido, es posible que se desarrollen estrechamientos (constricciones) después de la ingesta de cáusticos. Estas constricciones también son sitios frecuentes de carcinoma de esófago. Las distancias respectivas desde los dientes incisivos son 15, 25 y 41 cm, respectivamente.

Anastomosis venosa portosistémica

En el tercio inferior del esófago existe una anastomosis portosistémica importante (véase cap. 7, *Notas clínicas, Anastomosis portosistémica*, para conocer otras anastomosis portosistémicas). En este sitio, las **tributarias esofágicas de la vena ácigos** (sistema ácigos) se anastomosan con las **tributarias esofágicas de la vena gástrica izquierda** (componentes del sistema portal hepático). En caso de que estas venas se obstruyan (como ocurre en los casos de cirrosis hepática), se desarrolla **hipertensión portal**, que conduce a dilatación y varicosidades de las anastomosis portosistémicas. Las venas varicosas esofágicas pueden romperse durante el paso de alimentos, provocando **hematemesis** (vómitos con sangre), lo cual puede ser mortal.

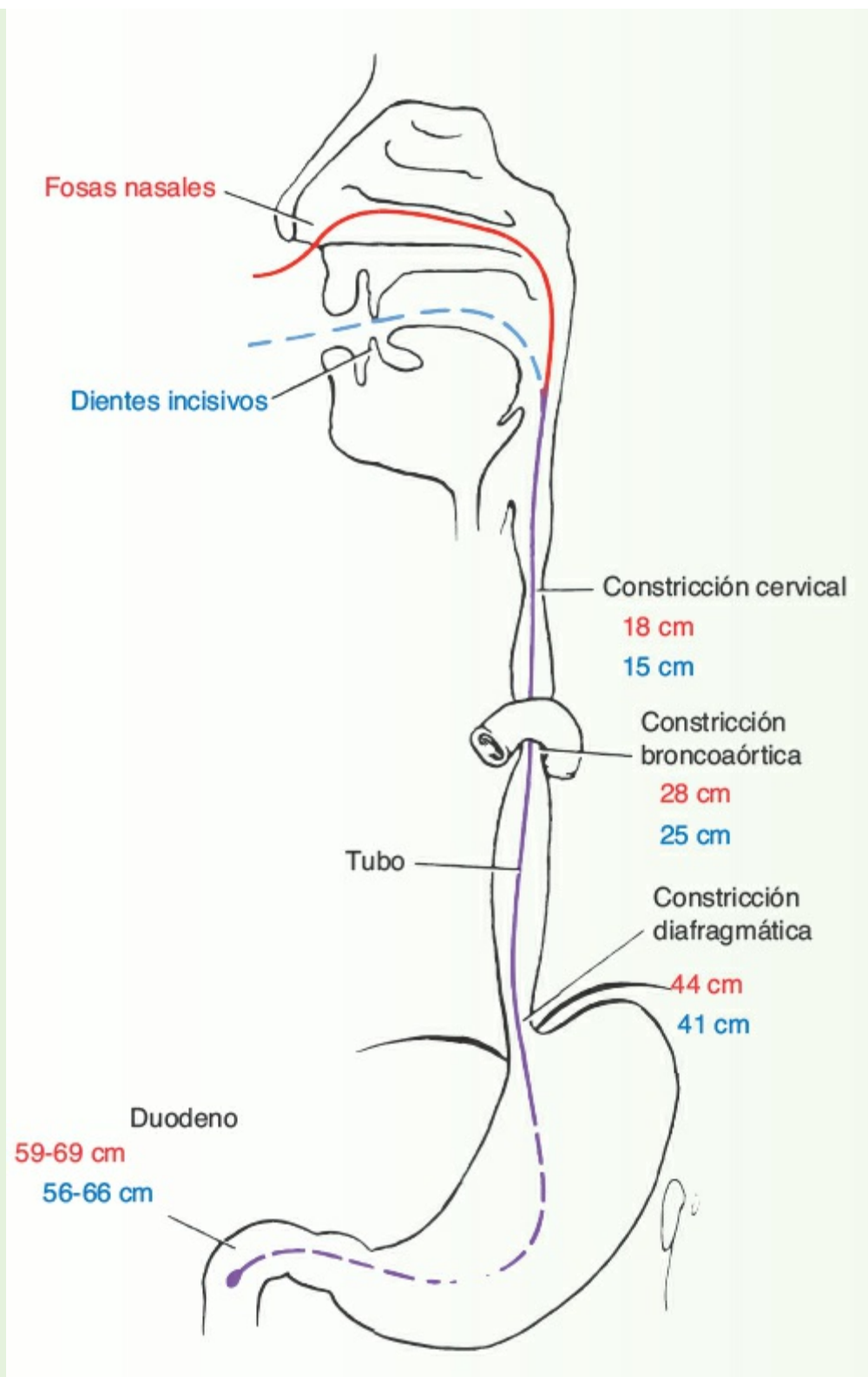


Figura 5-47 Distancias respectivas desde los dientes incisivos (*azul*) y los orificios nasales (*rojo*) hasta las tres constricciones normales del esófago. Para ayudar en la introducción de una sonda hacia el duodeno, también se incluyen las distancias hasta su primera porción.

Carcinoma del tercio inferior del esófago

El drenaje linfático del tercio inferior del esófago desciende a lo largo del hiato esofágico del diafragma y termina en los **nódulos celiacos** alrededor de la arteria celiaca (véase [fig. 5-22](#)). Un tumor maligno en esta región del esófago, por lo tanto, suele diseminarse por debajo del diafragma a

través de esta vía. En consecuencia, la resección quirúrgica de la lesión no solo incluye la lesión primaria, sino también los nódulos linfáticos celiacos y todas las regiones que drenan en estos nódulos, es decir, el estómago, la porción superior del duodeno, el bazo y los omentos. La restauración de la continuidad del intestino se logra mediante una esofagoyeyunostomía.

Esófago y atrio izquierdo del corazón

La pared anterior del esófago se relaciona estrechamente con la pared posterior del atrio izquierdo (véase [fig. 5-52](#)). La esofagografía con contraste de bario es útil para valorar el tamaño del atrio en casos de insuficiencia cardíaca izquierda, en los cuales el atrio izquierdo se distiende como consecuencia del flujo venoso retrógrado.

TIMO

El timo es una estructura aplanada con lóbulos (véase [fig. 5-6A](#)) que se ubica entre el esternón y el pericardio en el mediastino anterior. Alcanza su mayor tamaño, en relación con el cuerpo, en recién nacidos, etapa en la que es posible que se extienda a través del mediastino superior por delante de los grandes vasos hacia el interior de la raíz del cuello. El timo continúa en crecimiento hasta la pubertad, pero a partir de este momento involuciona. Posee un aspecto rosado y lobulado, y donde se desarrollan los linfocitos T (tímicos).

Vascularización

El timo recibe irrigación de las arterias tiroidea inferior y torácica interna.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

Solo se comentan las características más importantes de las radiografías posteroanterior y oblicua estándares.

Radiografía posteroanterior

La radiografía posteroanterior (PA) se obtiene con la pared anterior del tórax del paciente en contacto con el chasis del casete, y los rayos X atraviesan el tórax desde la cara posterior a la anterior ([figs. 5-48](#) y [5-49](#)). En primera instancia, verifique que la radiografía sea una radiografía PA pura y no se encuentre ligeramente oblicua. Mire los extremos del esternón en ambas clavículas; estos deben ser equidistantes a las espinas vertebrales.

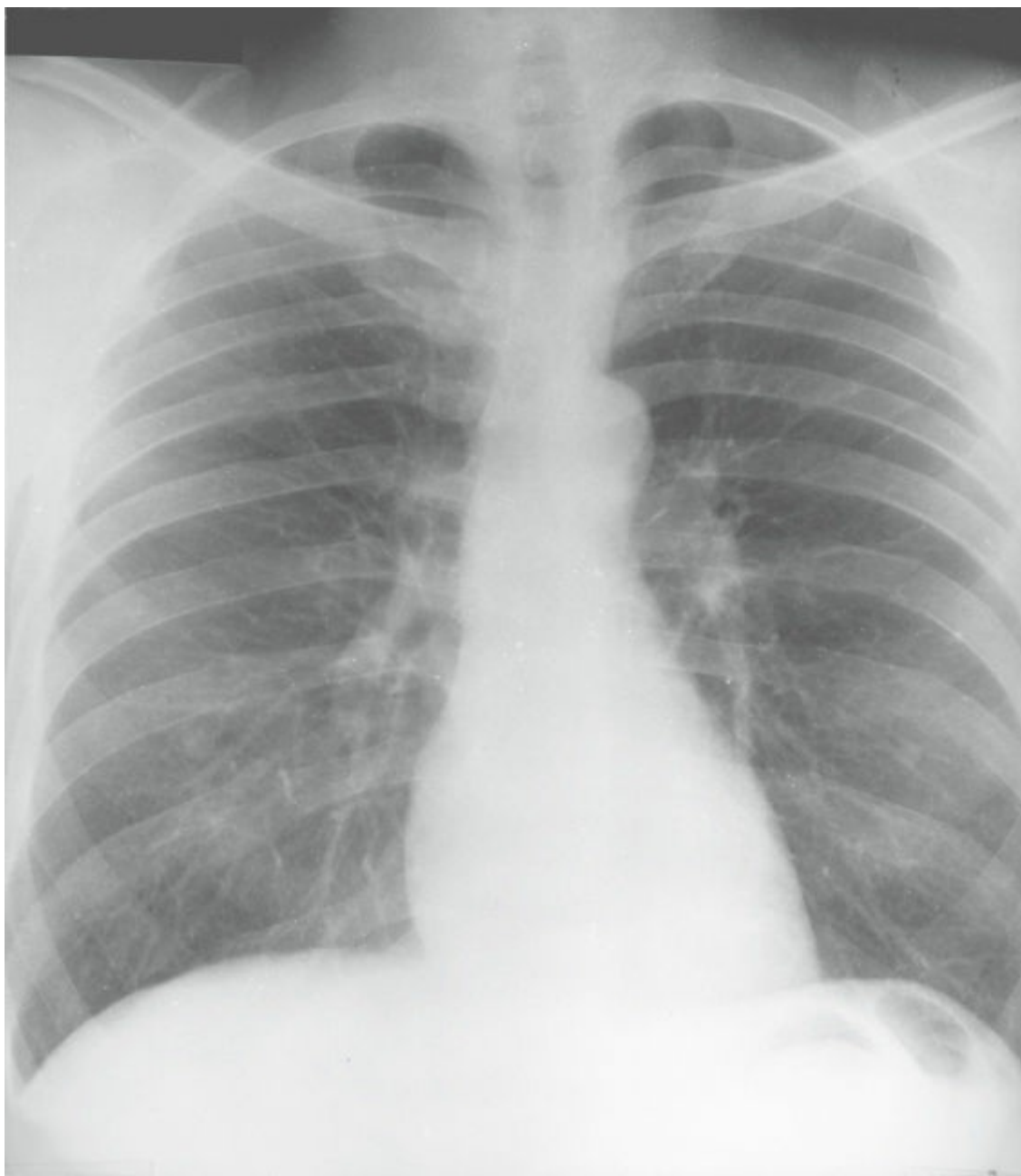


Figura 5-48 Radiografía posteroanterior (PA) del tórax de un hombre adulto sano.

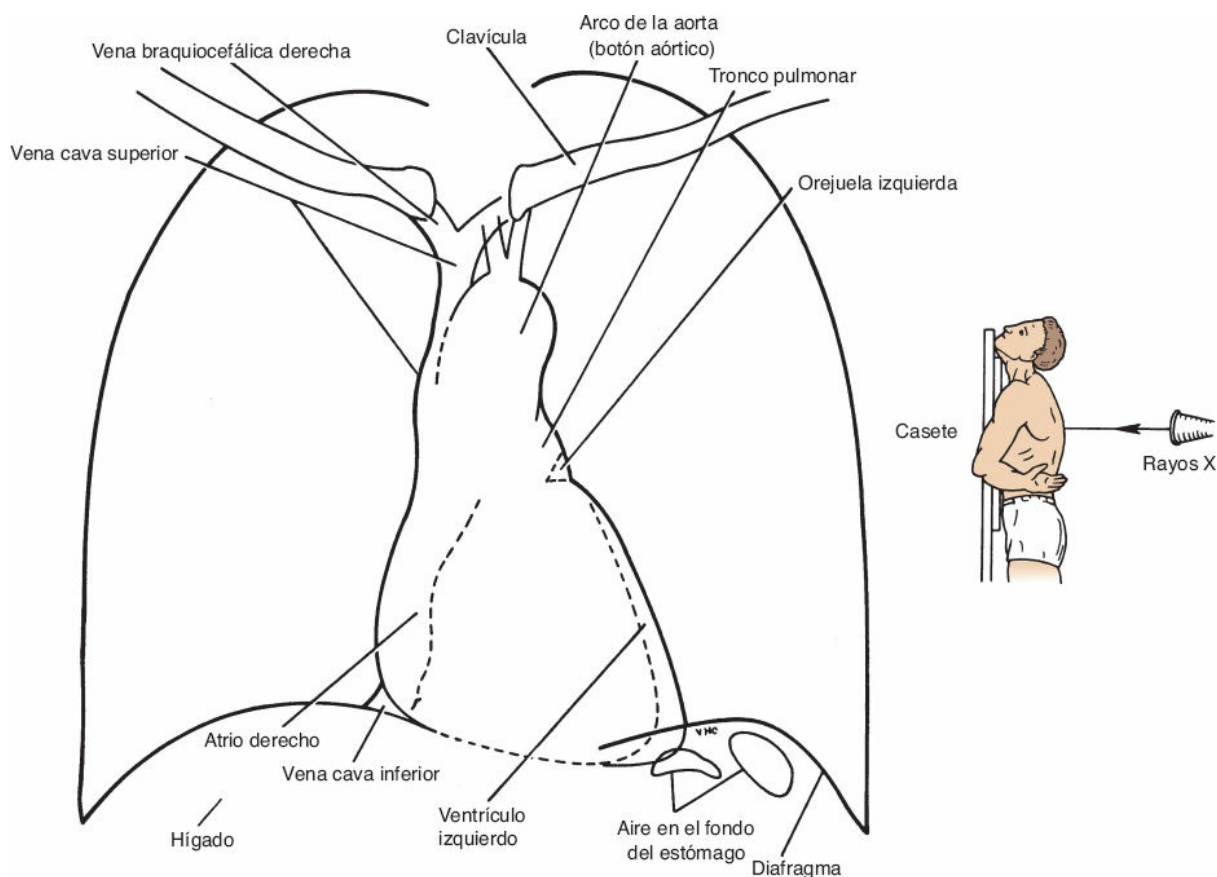


Figura 5-49 Características observables en la radiografía PA de tórax que se muestra en la [figura 5-48](#). Obsérvese la posición del paciente en relación con la fuente de rayos X y el chasis del casete.

A continuación, revise la siguiente información de forma sistemática:

1. **Tejidos blandos superficiales.** Los pezones en ambos sexos y las mamas de la mujer pueden observarse super-puestos en los campos pulmonares. El músculo pectoral mayor también puede provocar una ligera sombra.
2. **Huesos.** Las vértebras torácicas no se observan a la perfección. Las articulaciones costotransversales y cada una de las costillas deben explorarse de superior a inferior y compararse con su equivalente del lado opuesto (véase [fig. 5-48](#)). Los cartílagos costales no suelen ser visibles, pero en caso de estar calcificados, sí lo son. Las clavículas se observan claramente cruzando la porción superior de cada campo pulmonar. Los bordes mediales de la escápula pueden superponerse a los campos pulmonares en ambos lados.
3. **Diafragma.** El diafragma origina una sombra en forma de cúpula en ambos lados; la de la derecha es ligeramente más elevada que la de la izquierda. Observe el ángulo costofrénico, donde el diafragma se une a la pared torácica (véase [fig. 5-48](#)). Por debajo de la cúpula derecha, se localiza la sombra homogénea y densa que corresponde al hígado; por debajo de la cúpula izquierda, puede apreciarse una burbuja de gas, que corresponde al fondo del estómago.
4. **Tráquea.** La sombra radiolúcida de la tráquea llena de aire se observa en

la línea media del cuello como una imagen oscura (véase [fig. 5-48](#)). Está superpuesta a las vértebras cervicales inferiores y torácicas superiores.

5. **Pulmones.** Al mirar sobre las raíces pulmonares, se observan sombras relativamente densas que corresponden a la presencia de vasos pulmonares y bronquiales llenos de sangre, los bronquios y los nódulos linfáticos (véase [fig. 5-48](#)). Debido al aire que contienen, los campos pulmonares permiten el paso libre de los rayos X. Por ello, los pulmones son más translúcidos en la inspiración completa que en la espiración. Los vasos sanguíneos pulmonares se observan como una serie de sombras que emergen desde la raíz pulmonar. Cuando se observan en orientación perpendicular, tienen aspecto de sombras pequeñas, redondas y blancas. Los bronquios principales, en orientación perpendicular, también se observan como sombras redondas similares. Los bronquios menores no se perciben.
6. **Mediastino.** Las diversas estructuras dentro del mediastino, superpuestas unas con otras, producen una sombra mediastínica característica en las radiografías PA (véase [fig. 5-48](#)). Observe el contorno del corazón y los grandes vasos. El diámetro transversal del corazón no debe exceder la mitad del ancho de la caja torácica. Recuerde que, en la inspiración forzada, cuando desciende el diafragma, la longitud vertical del corazón aumenta, mientras que el diámetro transversal disminuye. En los lactantes, el corazón siempre es más ancho y con forma globular que en los adultos.

El **borde derecho de la sombra mediastínica**, de superior a inferior, se encuentra conformado por la vena braquiocefálica derecha, la vena cava superior, el atrio derecho y, en ocasiones, la vena cava inferior (véanse [figs. 5-48 y 5-49](#)). El **borde izquierdo** está compuesto por una prominencia, el **botón aórtico**, que corresponde al arco de la aorta; por debajo de este se localiza el borde izquierdo del tronco pulmonar, la orejuela izquierda y el ventrículo izquierdo. El borde inferior de la sombra mediastínica (borde inferior del corazón) se mezcla con el diafragma y el hígado. Observe los ángulos cardiográficos.

Radiografía oblicua derecha

La radiografía oblicua derecha se obtiene al rotar al paciente de manera que el tórax anterior derecho esté en contacto con el chasis del casete y los rayos X atraviesen el tórax desde la parte posterior izquierda hacia la anterior derecha, en dirección oblicua ([figs. 5-50 y 5-51](#)). El ventrículo derecho compone la mayor parte de la sombra cardíaca. Una parte pequeña del borde posterior está formado por el atrio derecho. Para mayores detalles de las estructuras que se observan en esta proyección, véanse las [figuras 5-50 y 5-51](#).

Radiografía oblicua izquierda

La radiografía oblicua izquierda se obtiene con la rotación del paciente de manera que la pared torácica anterior izquierda esté en contacto con el chasis del casete y los rayos X atraviesen el tórax desde la parte posterior derecha hasta la parte anterior izquierda, en dirección oblicua. La sombra cardíaca se compone en su mayoría por el ventrículo derecho anteriormente y el ventrículo izquierdo posteriormente. El arco de la aorta y el tronco pulmonar pueden observarse sobre el corazón.

En las [figuras 5-52 y 5-53](#), se muestra un ejemplo de una radiografía lateral izquierda.

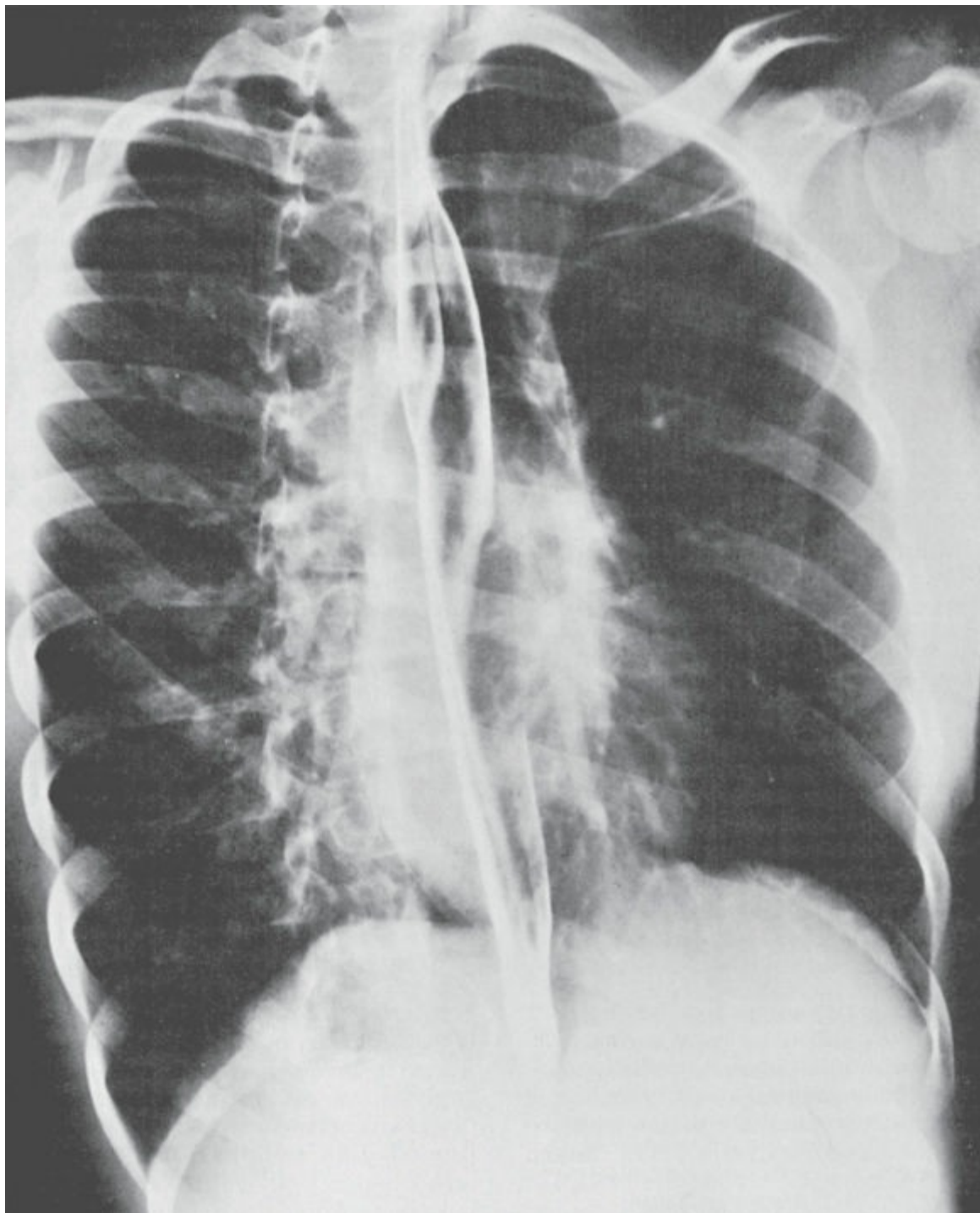


Figura 5-50 Radiografía oblicua derecha del tórax de un hombre adulto sano después de un trago de

bario.

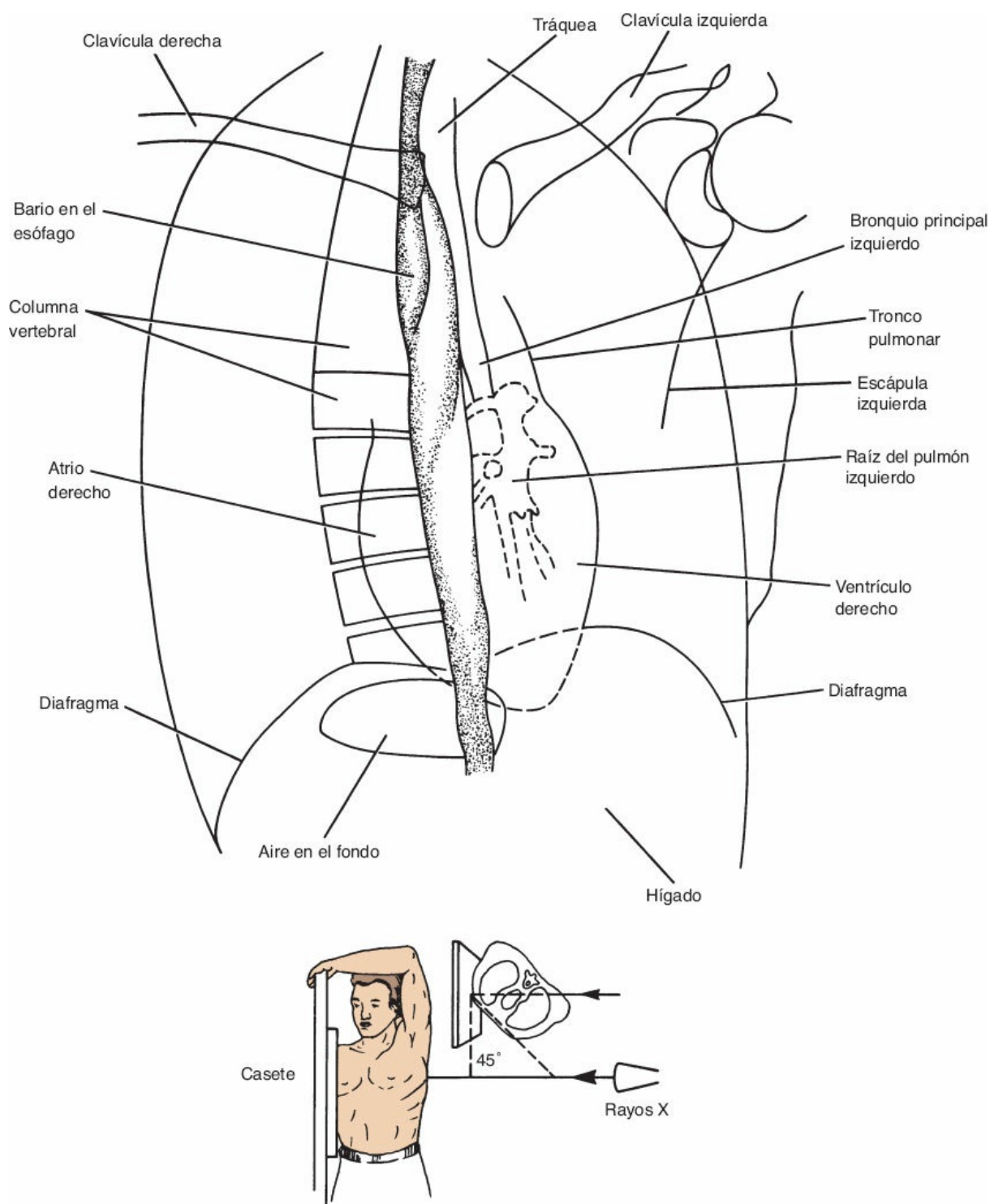


Figura 5-51 Principales características observables en la radiografía oblicua derecha que se muestra en la [figura 5-50](#). Obsérvese la posición del paciente en relación con la fuente de rayos X y el chasis del casete.

Broncografía y visualización con contraste del esófago

La broncografía es un estudio particular del árbol bronquial en el que se introduce aceite yodado o cualquier otro medio de contraste en uno o varios

bronquios, por lo general bajo observación fluoroscópica. Los medios de contraste no son irritantes y resultan lo suficientemente radio opacos como para permitir la visualización adecuada de los bronquios (fig. 5-54). Después de completar la exploración radiográfica, se pide al paciente que tosa y expectore el medio de contraste.

La visualización con contraste del esófago (véanse figs. 5-50 y 5-52) se realiza a través de la ingesta de una pasta espesa de sulfato de bario acompañada de agua. El arco de la aorta y el bronquio izquierdo provocan una leve indentación en el borde anterior del esófago lleno de bario. Este procedimiento también puede emplearse para delinear el borde posterior del atrio izquierdo en una vista lateral izquierda. El crecimiento del atrio izquierdo provoca la indentación del borde anterior del esófago lleno de bario.

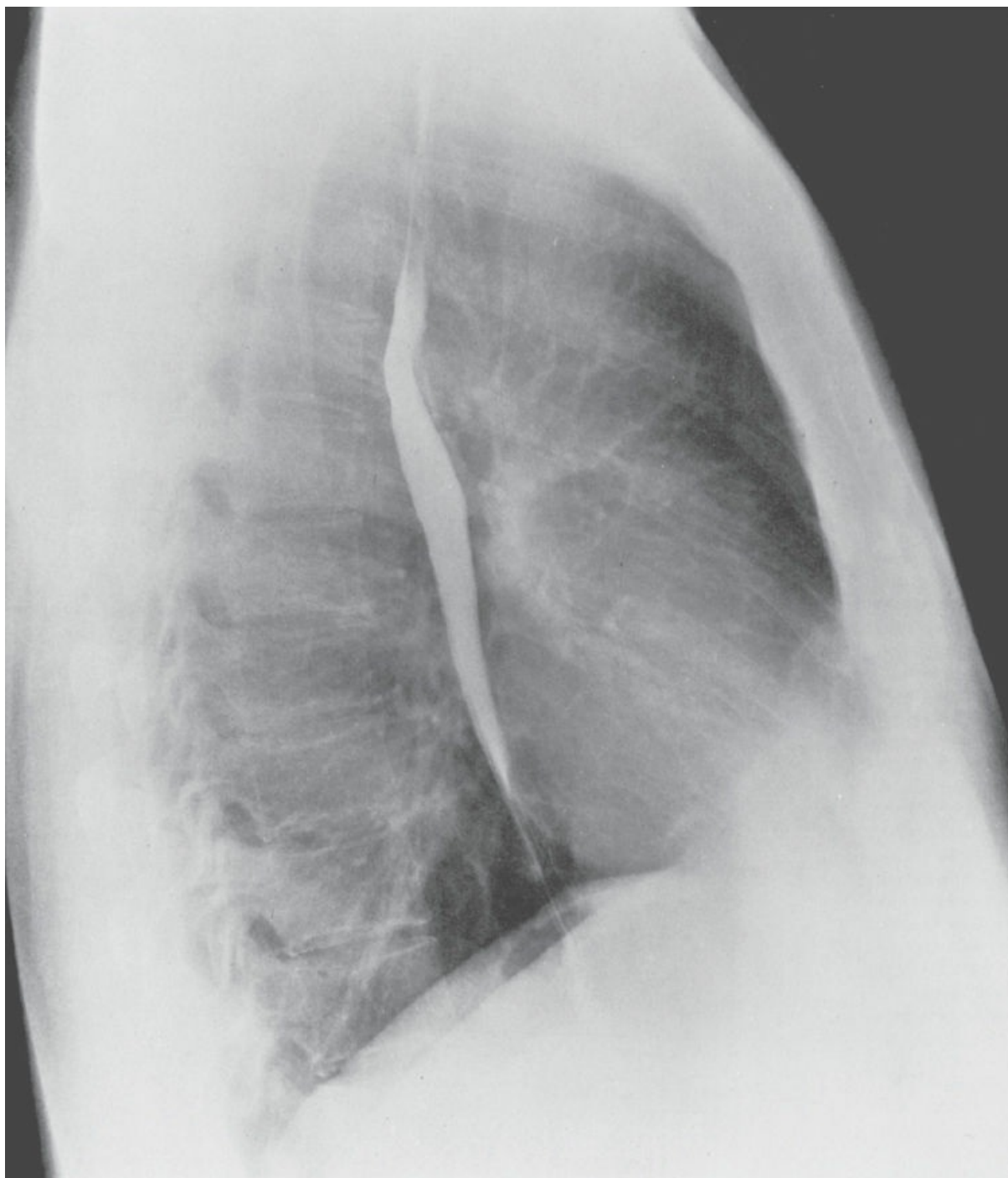


Figura 5-52 Radiografía lateral izquierda del tórax de un adulto sano después de un trago de bario.

Angiografía coronaria

Las arterias coronarias pueden visualizarse a través de la administración de material radioopaco en su luz. Bajo visualización fluoroscópica, se introduce un catéter fino en la aorta ascendente desde la arteria femoral en el muslo o la arteria radial en el antebrazo. La punta del catéter se dirige de manera cuidadosa hasta el orificio de una arteria coronaria, y se inyecta una pequeña cantidad de material radioopaco para revelar la luz de la arteria y sus ramas. La información puede ser registrada en radiografías (fig. 5-55) o cinerradiografía. El

estrechamiento o bloqueo patológico de una arteria coronaria pueden ser identificados a través de esta técnica.

Tomografía computarizada

Las imágenes transversales, como las que se observan en la tomografía computarizada (TC), son herramientas indispensables en la evaluación del estado del tórax. Revise las secciones que se muestran en las [figuras 5-6, 5-32 y 5-56](#) a manera de ayuda para comprender las TC estándar del tórax como las que se muestran en las [figuras 5-57 y 5-58](#). Recuerde, la TC se basa en los mismos principios físicos que las radiografías convencionales (*véase cap. 1, Técnicas por imagen*).

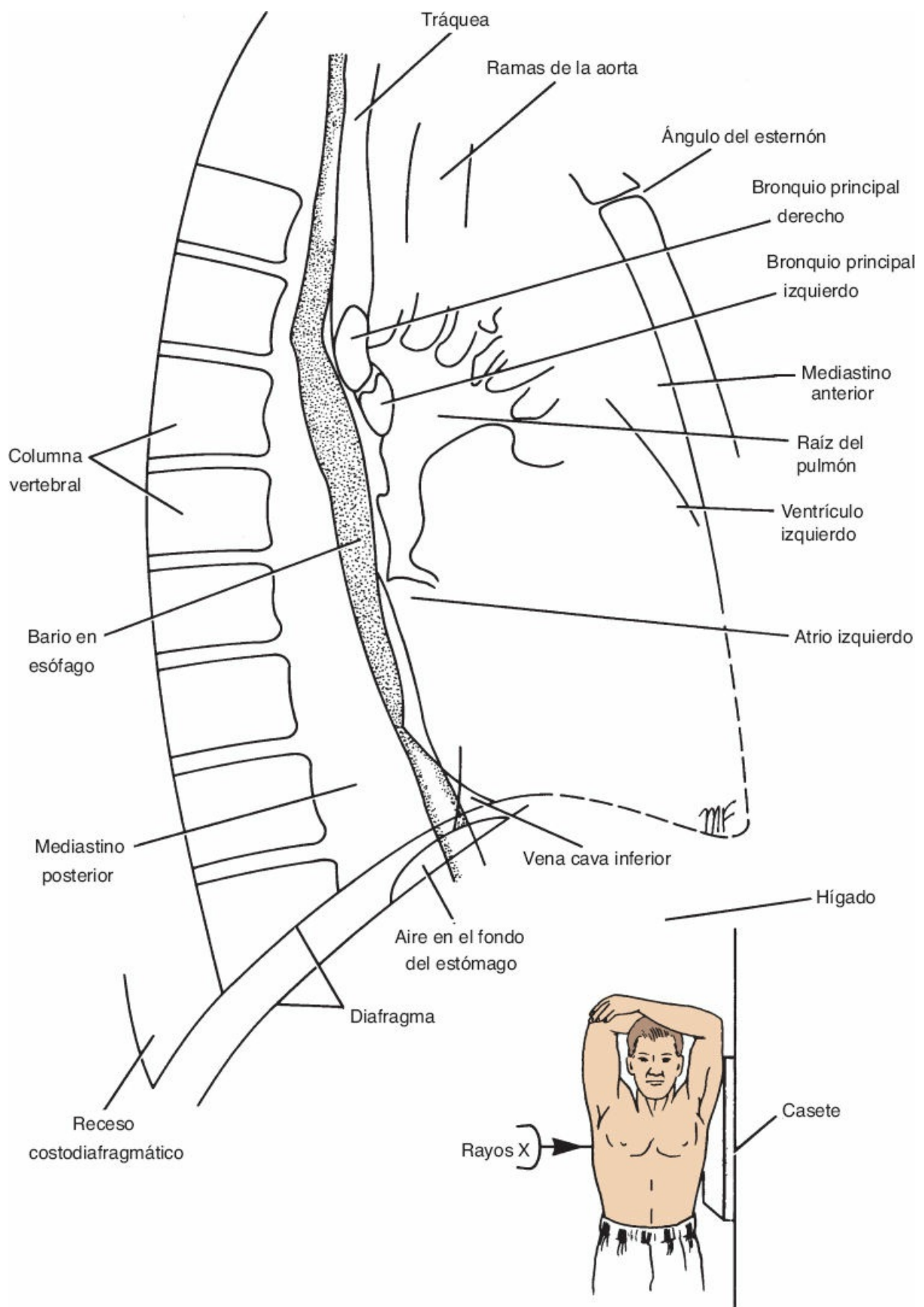


Figura 5-53 Características más importantes que se observan en la radiografía lateral izquierda del tórax que se muestra en la [figura 5-52](#). Obsérvese la posición del paciente en relación con la fuente de rayos X y el chasis del casete. Nótese también la relación del esófago con el atrio izquierdo.



Figura 5-54 Broncograma posteroanterior del tórax.

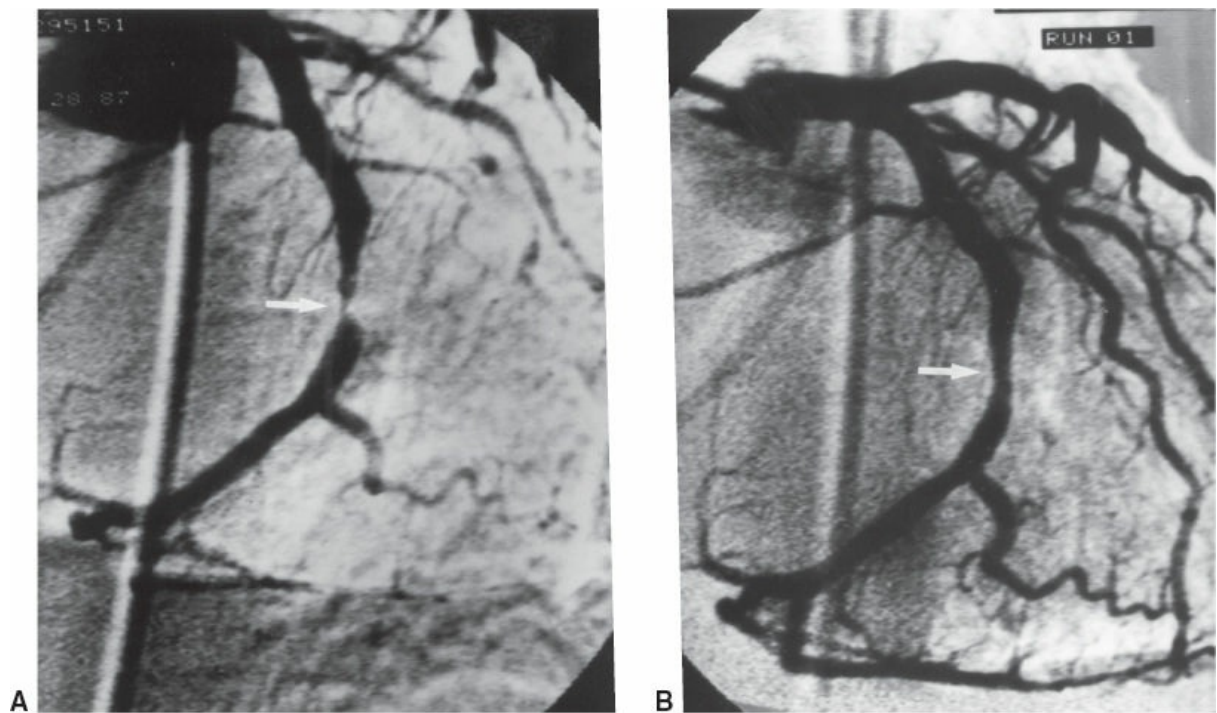


Figura 5-55 Angiogramas coronarios. **A.** Área de estrechamiento extremo en la rama circunfleja de la arteria coronaria izquierda (*flecha blanca*). **B.** La misma arteria después de la angioplastia coronaria transluminal percutánea. El llenado del balón intraluminal ha mejorado de manera drástica el área de estenosis (*flecha blanca*).

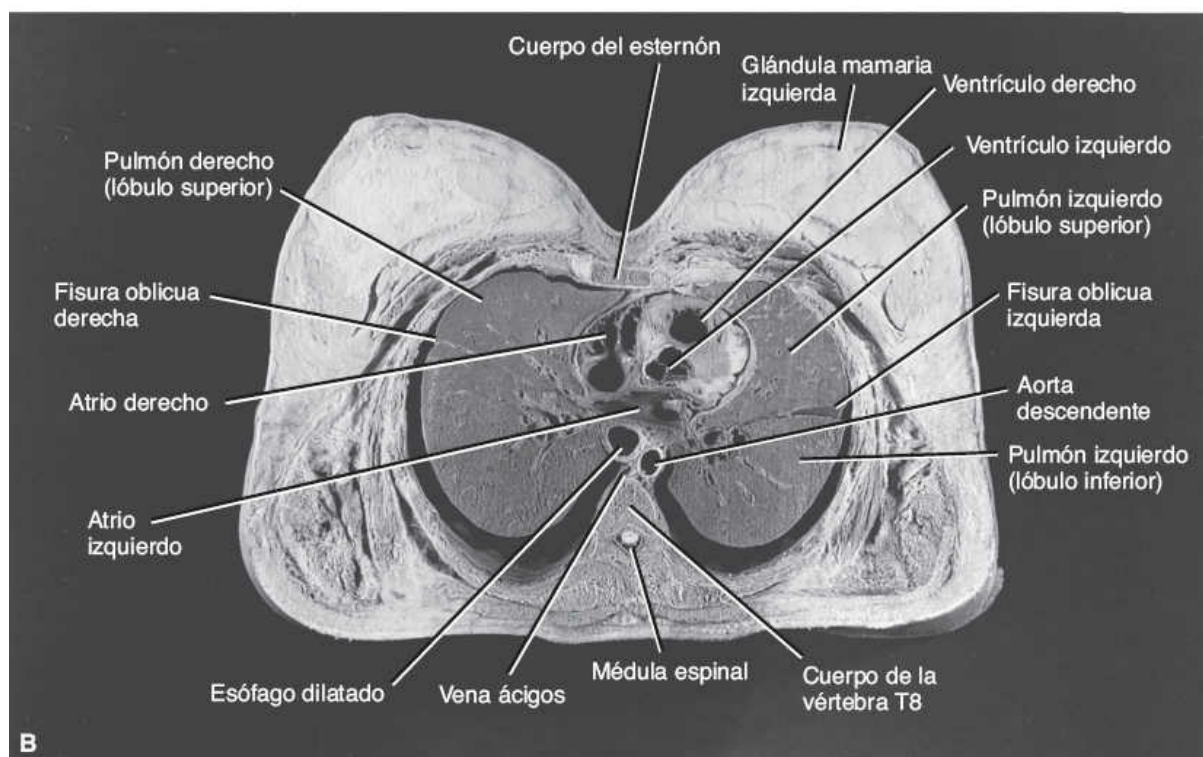
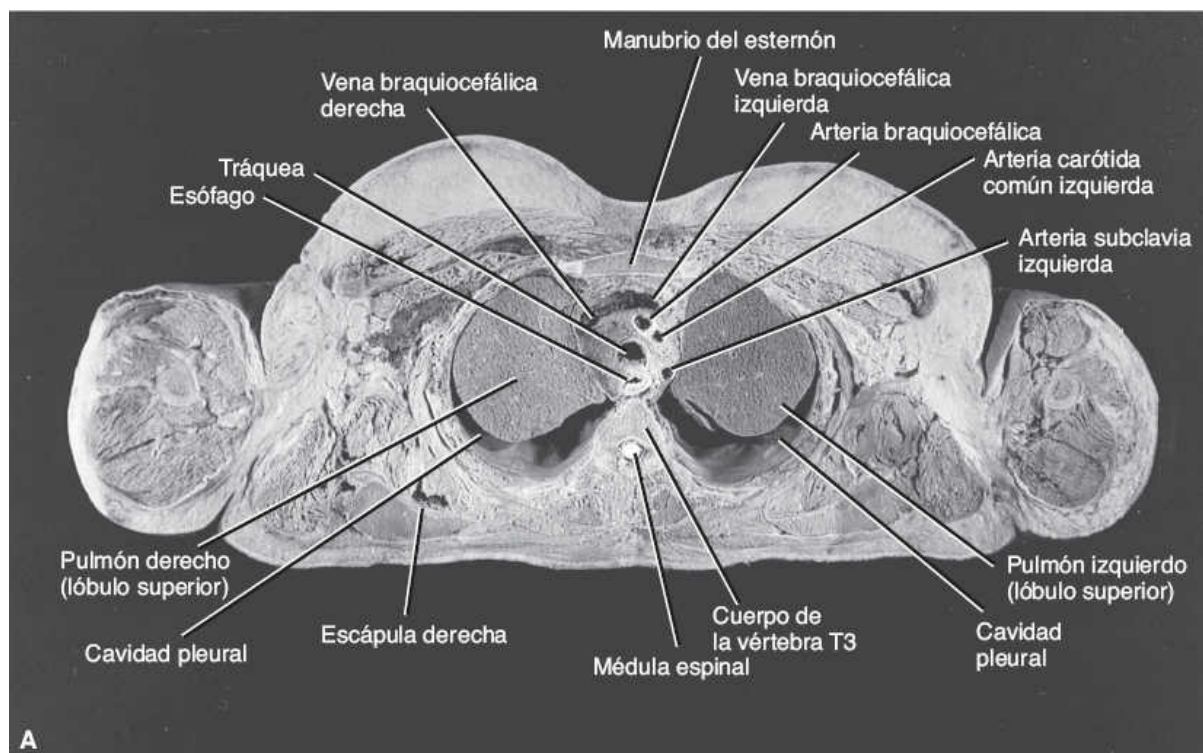


Figura 5-56 Secciones transversales del tórax. **A.** A nivel del cuerpo de la vértebra T3. **B.** A nivel de la vértebra T8. Obsérvese que, en la persona viva, la cavidad pleural es un espacio potencial. El amplio espacio que se muestra en esta imagen es un artificio consecuencia del proceso de fijación.

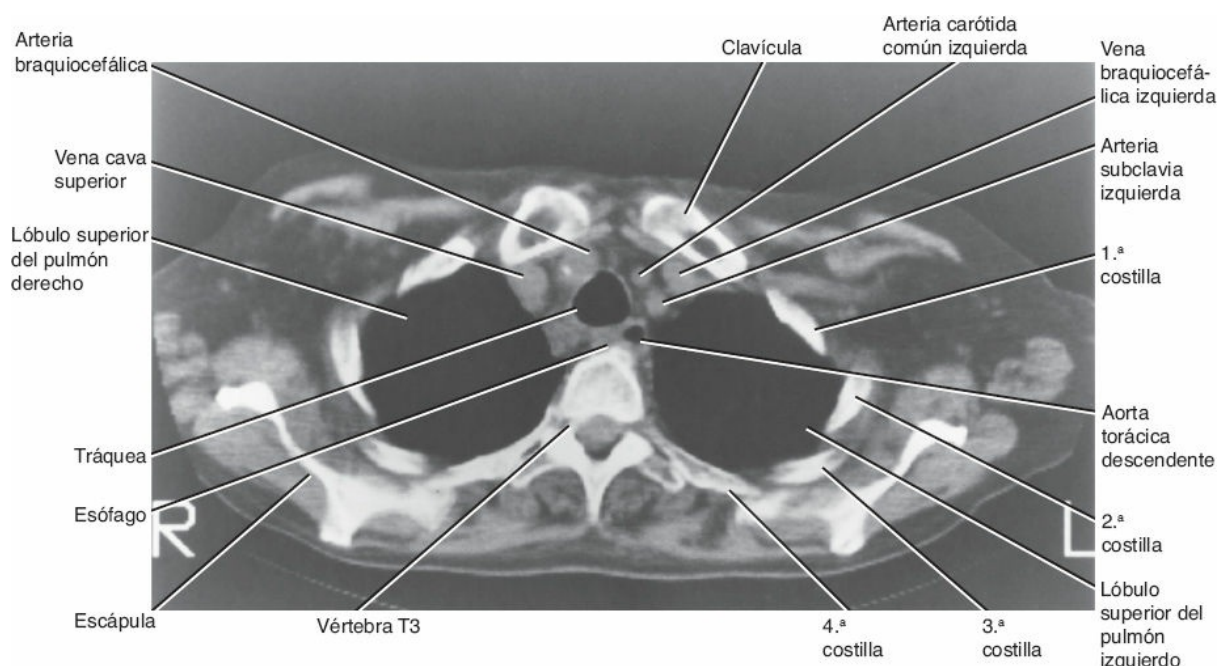


Figura 5-57 Tomografía computarizada de la porción superior del tórax a nivel de la vértebra T3.

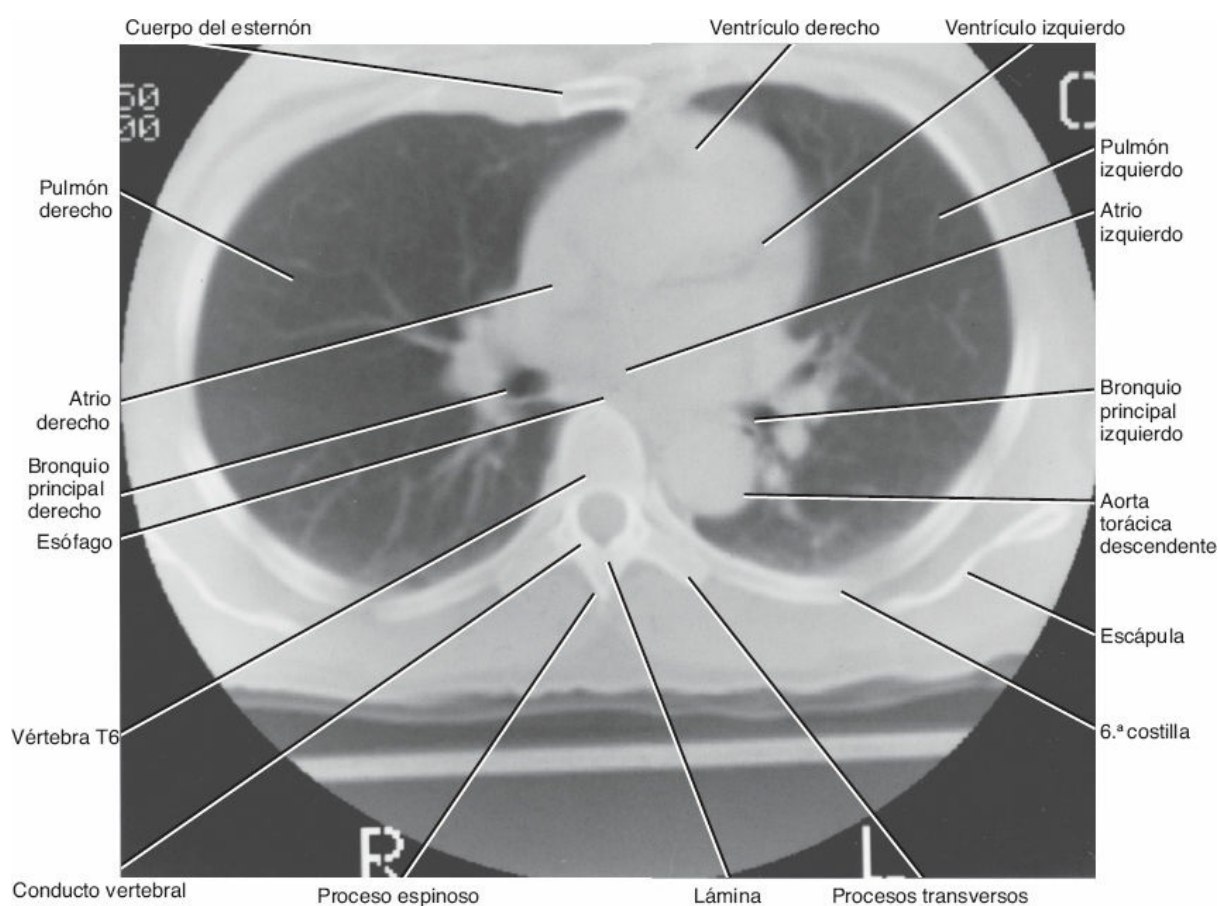


Figura 5-58 Tomografía computarizada de la porción media del tórax a nivel de la vértebra T6.

Conceptos clave

Mediastino

El *mediastino* es el área entre el esternón, las dos cavidades pleurales y la columna vertebral.

- El mediastino se divide en superior e inferior por un plano imaginario que pasa desde el ángulo del esternón anteriormente hasta el borde inferior del cuerpo de la vértebra T4 posteriormente.
- El mediastino inferior se subdivide en medio, que se compone del pericardio y el corazón; anterior, que es el espacio entre el pericardio y el esternón; y posterior, que se localiza entre el pericardio y la columna vertebral.

Pleuras

- Las pleuras y los pulmones se localizan a cada lado del mediastino dentro de la cavidad torácica.
- Cada membrana pleural tiene dos partes: una pleura parietal y una visceral. La pleura parietal reviste la pared torácica, cubre la superficie torácica del diafragma y la cara lateral del mediastino, y se extiende hacia la raíz del cuello. La pleura visceral cubre por completo la superficie externa del pulmón y se extiende hacia las fisuras interlobulares. La pleura visceral y la parietal de la pleura se separan una de otra a través de un espacio potencial, la cavidad pleural.
- Las capas pleurales tienen una innervación distinta, a pesar de ser una membrana continua. La pleura parietal recibe innervación de nervios somáticos aferentes, por lo que es sensible al dolor, la temperatura, el tacto y la presión. Los nervios aferentes viscerales aportan innervación a la pleura visceral, que es sensible al estiramiento, pero no a sensaciones habituales como el tacto y el dolor.

Vías respiratorias inferiores

La tráquea comienza en el cuello como continuación de la laringe. Desciende hacia el tórax a través del mediastino superior. Termina al dividirse en los bronquios principales (primarios) derecho e izquierdo. Los anillos traqueales cartilaginosos en la pared traqueal dan soporte y permeabilidad a la tráquea.

- Cada bronquio principal abastece un pulmón completo. Los bronquios principales se dividen en bronquios lobulares (secundarios), que abastecen cada uno de los lóbulos del pulmón.

Pulmones

- Las fisuras oblicua y horizontal dividen el pulmón derecho en tres lóbulos. Una sola fisura oblicua divide el pulmón izquierdo en dos lóbulos.
- Cada uno de los pulmones es cónico y está cubierto por pleura visceral, unido al mediastino solo por su raíz, y yacen libres dentro de su propia cavidad pleural.
- Ambos pulmones cuentan con un vértice que se extiende hacia el cuello; una base que se posa sobre el diafragma; una cara costal, que corresponde a la pared torácica; una cara mediastínica que modela (adapta) el pericardio, y otras estructuras mediastínicas. Las estructuras que salen de o entran a los pulmones forman la raíz del pulmón, que se une al hilio.
- Cada bronquio lobular (secundario) se divide en múltiples bronquios segmentarios (terciarios). Todos los bronquios segmentarios pasan hacia un segmento broncopulmonar estructural y funcionalmente independiente.
- Dos sistemas arteriales distintos aportan sangre a los pulmones: el circuito no respiratorio, que irriga los tejidos del árbol respiratorio y los pulmones, y el circuito respiratorio (pulmonar), en el que se lleva a cabo el intercambio gaseoso.
- Las venas intersegmentarias, que transportan sangre oxigenada desde los capilares pulmonares, siguen los tabiques de tejido conjuntivo que limitan los segmentos broncopulmonares hacia las venas pulmonares y la raíz del pulmón. Dos venas pulmonares salen de cada raíz pulmonar y drenan en el atrio izquierdo del corazón.
- Toda la linfa del pulmón sale a través del hilio y drena en los nódulos traqueobronquiales y después en los troncos linfáticos broncomediastínicos.
- Fibras nerviosas simpáticas, parasimpáticas y viscerales se mezclan en la raíz de cada pulmón. Los ramos de los plexos pulmonares esencialmente siguen los bronquios hacia y dentro de los pulmones.

Pericardio

- El *pericardio* es un saco fibroso que alberga el corazón y las raíces de los grandes vasos. Se localiza dentro del mediastino medio.
- El pericardio fibroso es la capa externa fuerte y fibrosa del saco. El pericardio seroso reviste el fibroso y cubre el corazón. Se divide en hojas parietal y visceral.

- La hoja parietal reviste la superficie interna del pericardio fibroso y rodea las raíces de los grandes vasos para continuar con la hoja visceral del pericardio seroso, que reviste de manera estrecha el corazón. El espacio potencial entre la hoja parietal y la visceral se conoce como *cavidad pericárdica*.
- Los nervios frénicos conducen fibras sensitivas desde el pericardio fibroso y la hoja parietal del pericardio seroso. Las fibras viscerales aferentes viajan junto con los ramos de los troncos simpáticos y los nervios vagos desde la hoja visceral del pericardio fibroso.

Corazón

- El corazón se localiza dentro del pericardio, en el medio del mediastino.
- Posee cuatro cavidades: dos atrios y dos ventrículos. Estos se comunican a través de válvulas atrioventriculares. Los atrios reciben sangre venosa y bombean la sangre solo a los ventrículos adyacentes. Los ventrículos envían la sangre arterial fuera del corazón.
- El corazón tiene dos circuitos funcionales: el hemicardio derecho y el hemicardio izquierdo. El hemicardio derecho (atrio y ventrículo derechos) es la bomba del circuito pulmonar. El hemicardio izquierdo (atrio y ventrículo izquierdos) es la bomba del circuito sistémico.
- El corazón posee tres caras (anterior, inferior, posterior) y tres bordes (derecho, izquierdo e inferior).
- El atrio derecho se compone del atrio y la orejuela. La orejuela contiene músculos pectinados internos. El atrio recibe sangre desde las venas cava superior e inferior y el seno coronario. La fosa oval se localiza en el tabique interatrial. La válvula atrioventricular derecha (tricúspide) regula la abertura hacia el ventrículo derecho.
- El ventrículo derecho posee trabéculas carnosas. Las cuerdas tendinosas unen las cúspides de la válvula atrioventricular derecha con los músculos papilares. La válvula pulmonar protege la vía de salida hacia el tronco pulmonar.
- El atrio izquierdo consta de un atrio y una orejuela con músculos pectíneos. Recibe sangre desde las venas pulmonares. La válvula atrioventricular izquierda (mitral) regula la abertura hacia el ventrículo izquierdo.
- El ventrículo izquierdo posee trabéculas carnosas. Las cuerdas tendinosas unen las cúspides de la válvula atrioventricular derecha con los músculos papilares. La válvula aórtica regula la

vía de salida a la aorta ascendente.

- El corazón posee un esqueleto fibroso interno que rodea los orificios valvulares.
- Los nervios autónomos de los troncos simpáticos y el vago proveen el aporte nervioso externo. El sistema de conducción del corazón forma el aporte nervioso interno.
- Las arterias coronarias derecha e izquierda suministran sangre al corazón. Ambas cuentan con múltiples ramas. No obstante, la coronaria izquierda suele ser de mayor tamaño. La mayor parte del flujo venoso del corazón drena en el atrio derecho a través del seno coronario.
- El *ciclo cardíaco* es un latido completo compuesto por las fases diastólica y sistólica. El cierre de las válvulas cardíacas produce los dos ruidos cardíacos clásicos (*dub-lub*).

Grandes vasos

- La aorta y el tronco pulmonar son las arterias principales del tórax.
- La aorta se compone de una porción ascendente, un arco y una porción descendente torácica. Proporciona el flujo arterial sistémico. El tronco pulmonar provee flujo arterial a los pulmones.
- El ligamento arterioso conecta el tronco pulmonar con el arco de la aorta. El nervio laríngeo recurrente se relaciona de manera estrecha con este ligamento.
- Las venas braquiocefálica, cava, ácigos y pulmonares son las grandes venas del tórax.

Vasos linfáticos

- El conducto torácico transporta la linfa de los miembros inferiores, la cavidad pélvica, la cavidad abdominal, el lado izquierdo del tórax y el lado izquierdo de la cabeza, el cuello y los miembros superiores hacia un punto de drenaje en el inicio de la vena braquiocefálica izquierda.
- El conducto linfático derecho obtiene linfa del lado derecho de la cabeza y el cuello, el miembro superior y el lado derecho del tórax, y drena en el comienzo de la vena braquiocefálica derecha.

Nervios

- Los nervios vago y frénico y los troncos simpáticos son los principales nervios en la cavidad torácica.

- Los nervios vagos transportan principalmente fibras parasimpáticas hacia los plexos pulmonar, esofágico y cardíaco, así como a los pulmones, el intestino y el corazón. Ambos nervios vagos dan lugar al nervio laríngeo recurrente que inerva el esófago, la tráquea y la laringe.
- Los nervios frénicos se originan en el cuello desde el plexo cervical y descienden hacia el tórax. Son el único aporte nervioso del diafragma y, además, tienen fibras sensitivas de ambos lados del diafragma, el pericardio y la pleura mediastínica.
- Cada uno de los troncos simpáticos se conecta con los nervios espinales torácicos por los ramos comunicantes grises y blancos. Los ramos torácicos espláncnicos inervan las vísceras torácicas. Los ramos abdominales espláncnicos (mayor, menor e imo) inervan las vísceras abdominales.

Esófago

- El esófago conecta la laringe con el estómago. Yace anterior a la columna vertebral y posterior a la tráquea.
- Los nervios vagos y los ramos simpáticos contribuyen al plexo esofágico, que inerva el esófago.

Timo

- El timo se localiza entre el esternón y el pericardio en el mediastino anterior. Es de gran tamaño en los neonatos, pero pequeño y vestigial en el adulto.

Radiología

- Las radiografías PA proveen imágenes de rayos X de la sombra mediastínica, que incluye el perfil del corazón. Las proyecciones oblicuas son útiles para visualizar otros detalles.
- La angiografía coronaria permite la visualización de las arterias coronarias y sus ramas.
- Las tomografías transversales son herramientas esenciales para la valoración del estado del tórax.



Un hombre de 26 años de edad acude al médico por una inflamación dolorosa en la región de su ingle izquierda; ha vomitado cuatro veces en las 3 h previas. En la exploración, se encuentra deshidratado y su abdomen levemente distendido. Se detecta una hinchazón tensa y grande en su ingle izquierda, que es dolorosa a la palpación y se extiende hacia el escroto. Es imposible empujar el contenido hacia el abdomen. Se realiza el diagnóstico de hernia inguinal indirecta completa izquierda. Los vómitos y la distensión se deben a la obstrucción provocada por la herniación de algunas asas intestinales en el saco herniario.

Las hernias inguinales indirectas se deben a la persistencia congénita de un saco formado por el revestimiento del abdomen. Este saco presenta un cuello estrecho y su cavidad posee comunicación libre hacia la cavidad abdominal. Las hernias de la pared abdominal son frecuentes. Es necesario conocer la anatomía del abdomen en la región de la ingle antes de hacer un diagnóstico para comprender los distintos tipos de hernias. Además, sin este conocimiento, es imposible apreciar las complicaciones que pueden presentarse o planificar un tratamiento. Una hernia puede comenzar como un simple crecimiento, pero puede convertirse en un problema que pone en riesgo la vida.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Osteología

Vértebras lumbares

Caja torácica

Pelvis

Pared abdominal anterolateral

Piel

Fascia superficial (tejido subcutáneo)

Fascia profunda

Músculos

Fascia transversal

Fascia extraperitoneal

Peritoneo parietal

Nervios de la pared abdominal anterolateral

Arterias de la pared abdominal anterolateral

Venas

Vasos linfáticos de la pared abdominal anterolateral

Conducto inguinal

Cordón espermático

Escroto, testículos y epidídimo

Labios mayores

Pared abdominal posterior

Músculos

Anatomía de superficie

Puntos de referencia superficiales de la pared abdominal

Líneas y planos abdominales

Cuadrantes abdominales

Puntos de referencia superficiales de las vísceras abdominales

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es describir la anatomía básica de la pared abdominal para comprender sus relaciones topográficas y funcionales, así como la base de las lesiones frecuentes, el dolor, los déficits motores, los defectos congénitos, las técnicas de imagen y el examen de su superficie general.

1. Identificar los huesos de la pared abdominal y sus principales características. Describir los aspectos funcionales de estas estructuras.
2. Identificar las capas de la pared abdominal. Comparar y contrastar la formación de la vaina de los rectos por encima y debajo de la línea arqueada.
3. Identificar los músculos de la pared abdominal, sus inserciones, inervación y principales acciones.
4. Describir la distribución de la inervación sensitiva y motora de la pared abdominal. Predecir las consecuencias funcionales de las lesiones de los nervios periféricos.
5. Trazar el flujo de sangre hacia y desde la pared abdominal mediante la descripción de los trayectos y patrones de ramificación de las arterias y venas más importantes. Identificar los territorios irrigados y drenados por los vasos más importantes. Destacar las principales vías colaterales y describir la composición de anastomosis significativas.
6. Describir los patrones del drenaje linfático de la pared abdominal, incluyendo los genitales externos.
7. Describir el conducto inguinal, su contenido y sus proyecciones superficiales. Incluir una descripción del desarrollo del conducto, su relación con el descenso de los testículos en hombres y la anatomía comparada en mujeres. Identificar las estructuras homólogas en la pared abdominal y el escroto (o labios mayores).
8. Identificar el cordón espermático y sus estructuras constitutivas. Describir las relaciones de los componentes del cordón espermático con las estructuras en la pared abdominal.
9. Identificar el escroto, los testículos y el epidídimo y sus estructuras constitutivas. Describir las estructuras comparables en la mujer.
10. Describir la estructura de la pared abdominal posterior.

Identificar los músculos de la pared abdominal y sus inserciones, inervación y principales acciones.

11. Diferenciar las principales formas de hernias en la pared abdominal.
12. Identificar las regiones superficiales de la pared abdominal. Reconocer las proyecciones superficiales y los puntos de palpación para las estructuras abdominales más importantes.

REVISIÓN

El *abdomen* es la región del tronco que se localiza entre el diafragma (arriba) y la entrada de la pelvis (abajo). Se trata de una región principalmente de tejido blando con escasas estructuras óseas. Por lo tanto, es esencial una pared abdominal intacta para lograr soportar los contenidos de la cavidad abdominal.

Entre los problemas abdominales más frecuentes se incluyen dolor agudo, distensión y traumatismos (contusos y penetrantes). Estos problemas se complican por el hecho de que el abdomen alberga múltiples sistemas de órganos. Además, es posible palpar diversas estructuras abdominales a través de la flexible pared abdominal. Por lo tanto, comprender las relaciones espaciales de los órganos entre sí y con la pared abdominal resulta esencial para un diagnóstico preciso y completo.

OSTEOLOGÍA

La caja torácica cubre todos, o partes de, los órganos abdominales superiores (p. ej., estómago, hígado, bazo, riñones). El esqueleto abdominal se compone principalmente de las vértebras lumbares, el borde de la caja torácica y las porciones ilíaca y púbica de la pelvis ([fig. 6-1](#)). Estas estructuras proporcionan sitios de unión para los músculos de la pared abdominal y soporte limitado para los órganos abdominales, pero escasa protección directa para dichos órganos.

Vértebras lumbares

La anatomía de las vértebras lumbares se describe en detalle en el [capítulo 2](#). El **cuerpo** de cada una de las vértebras ([fig. 6-2](#)) es de gran tamaño, tiene forma de riñón y sostiene la mayor parte del peso corporal. La quinta vértebra lumbar (L5) se articula con la base del sacro en la **articulación lumbosacra**. Los **proceso transversos** son largos y delgados y son sitios de inserción para diversos músculos abdominales.

Los **discos intervertebrales** ([fig. 6-3](#)) en la región lumbar son más gruesos que en otras regiones de la columna vertebral. Tienen forma de cuña y son responsables de la concavidad posterior (lordosis) fisiológica (normal) en la curvatura de la columna vertebral en la región lumbar.

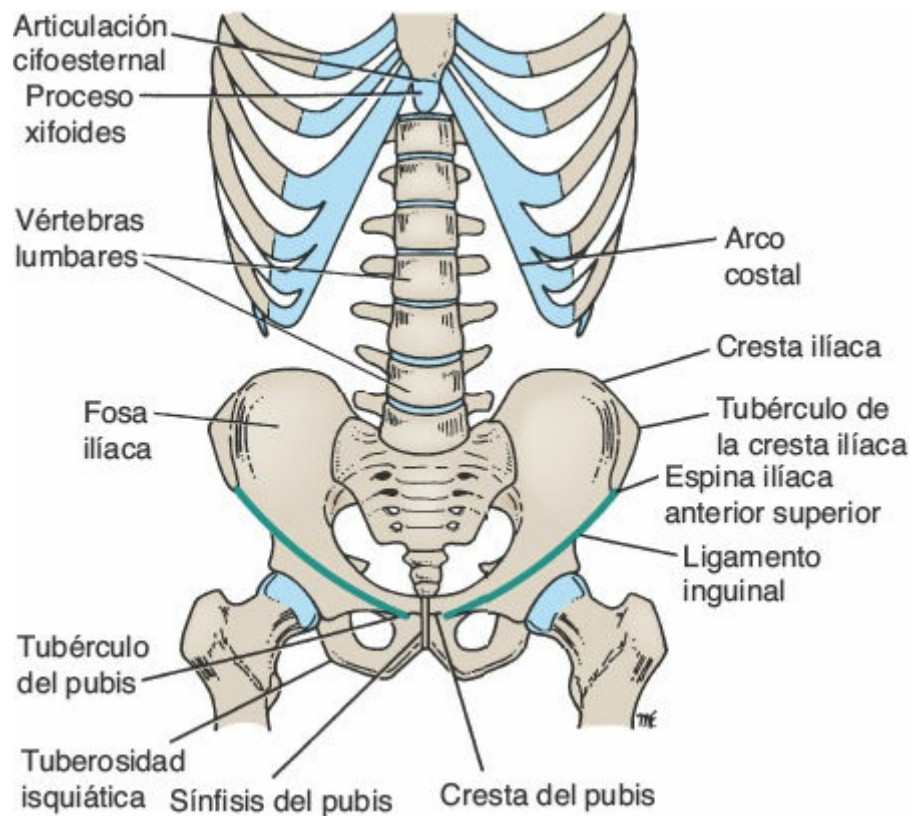


Figura 6-1. Arco costal y huesos del abdomen.

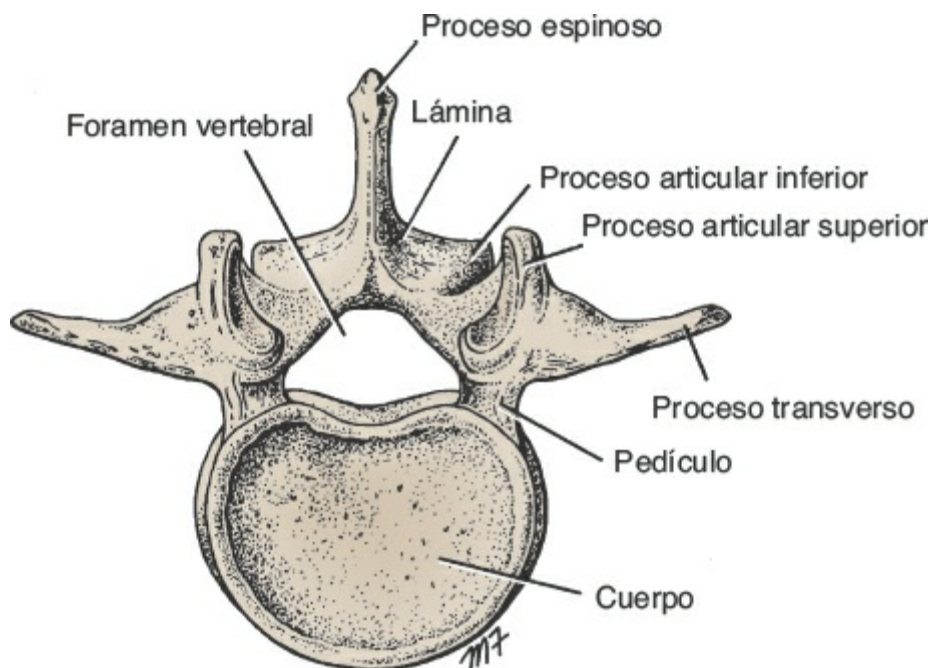


Figura 6-2. Quinta vértebra lumbar (L5).

Caja torácica

La anatomía de la caja torácica se describe en detalle en el [capítulo 4](#). Los componentes más relacionados con la pared abdominal incluyen el proceso xifoides del esternón, el arco costal (cartílagos costales 7-10) y las costillas

inferiores (véase fig. 6-1). La cabeza de la duodécima costilla es diferente al resto, pues posee una sola superficie articular para la duodécima vértebra torácica (T12). El extremo anterior es agudo y posee un cartílago costal pequeño, contenido en la musculatura de la pared abdominal anterior. En una gran cantidad de personas, la costilla es tan corta que no protruye más allá del borde lateral del músculo erector de la columna en la espalda.

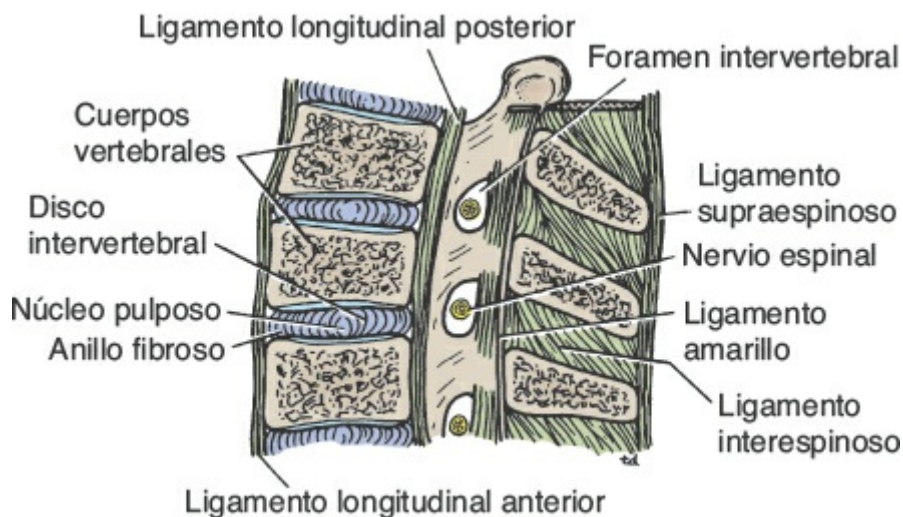


Figura 6-3. Sección sagital de la porción lumbar de la columna vertebral que muestra los discos y los ligamentos intervertebrales.

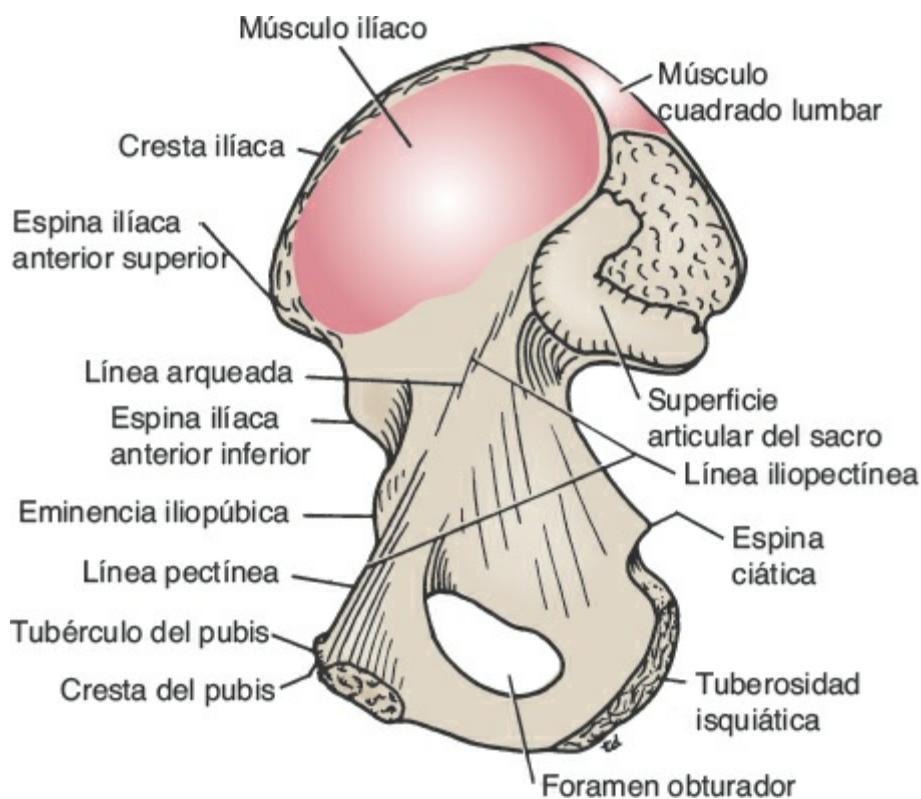


Figura 6-4. Cara interna del hueso coxal derecho.

Pelvis

El **hueso coxal** (de la cadera) está compuesto por el ilion, el isquion y el pubis (fig. 6-4; véase también fig. 6-1). La **línea arqueada** divide la cara medial del ilion en dos porciones. La **fosa ilíaca** es una superficie cóncava por encima de la línea arqueada. Existe una superficie plana que yace inferior a la línea arqueada y que se continúa con las caras mediales del pubis y el isquion. Obsérvese que la línea arqueada del ilion forma la porción superior de la **línea iliopectínea**, mientras que la **línea pectínea** del pubis forma la porción anterior de la línea iliopectínea. La línea iliopectínea delimita la pelvis verdadera y la falsa. Véase el capítulo 8 para conocer más detalles sobre la estructura del hueso coxal.



Notas clínicas

Aspecto general de la pared abdominal

La pared abdominal normal es blanda y flexible, y se mueve hacia adentro y hacia afuera con la respiración. El contorno es altamente variable y depende del tono de los músculos y de la cantidad de grasa en el tejido subcutáneo. Los músculos bien desarrollados o una cantidad abundante de grasa pueden ser un gran obstáculo para la palpación de las vísceras abdominales.

Anatomía radiológica

El estudio de imagen del esqueleto abdominal se incluye en el capítulo 7.

PARED ABDOMINAL ANTEROLATERAL

La pared abdominal anterolateral se compone de siete capas:

- Piel
- Fascia superficial (tejido subcutáneo)
- Fascia profunda
- Músculos
- Fascia transversal
- Fascia extraperitoneal
- Peritoneo parietal

Piel

La piel se une de manera laxa a las estructuras subyacentes, excepto en el ombligo, donde se adhiere con el tejido cicatricial. Las **líneas de tensión cutánea** de la piel son constantes y se dirigen anteroinferiormente, casi de forma horizontal, alrededor del tronco. El **ombigo** es una cicatriz que representa el sitio de inserción del cordón umbilical en el feto; se localiza en la línea alba (véase más adelante).

Inervación

La inervación cutánea de la pared abdominal anterolateral se deriva de los ramos anteriores de los seis nervios torácicos inferiores y el primero lumbar (figs. 6-5 y

6-6). Los nervios torácicos corresponden a los cinco nervios intercostales inferiores y los subcostales; el primer nervio lumbar está representado por los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal.



Notas clínicas

Incisión quirúrgica

De ser posible, todas las incisiones deben realizarse sobre las líneas de tracción cutánea, en donde las fibras de colágeno en la dermis discurren en líneas paralelas. Una incisión a lo largo de las líneas de tracción sana como una cicatriz delgada, mientras que una que cruza las líneas cicatriza de forma amplia o con surcos.

El dermatoma T7 se localiza en el epigastrio por encima del proceso xifoides (véase [fig. 6-5](#)). El dermatoma T10 incluye el ombligo, mientras que el de L1 se localiza justo por encima del ligamento inguinal y la sínfisis del pubis.

Arterias

Las ramas de las arterias epigástricas superior e inferior irrigan la piel cerca de la línea media (véase [fig. 6-6](#)). Las ramas de las arterias intercostales, lumbares y circunfleja profunda abastecen la piel de los flancos. Además, las arterias epigástrica superficial, circunfleja ilíaca superficial y pudenda externa superficial (ramas de la arteria femoral) irrigan la piel de la región inguinal.

Venas

El drenaje venoso de la pared abdominal superior pasa principalmente hacia el interior de la vena axilar a través de la vena torácica lateral ([fig. 6-7](#)). La pared abdominal inferior drena en el interior de la vena femoral a través de las venas epigástrica superficial y safena mayor.

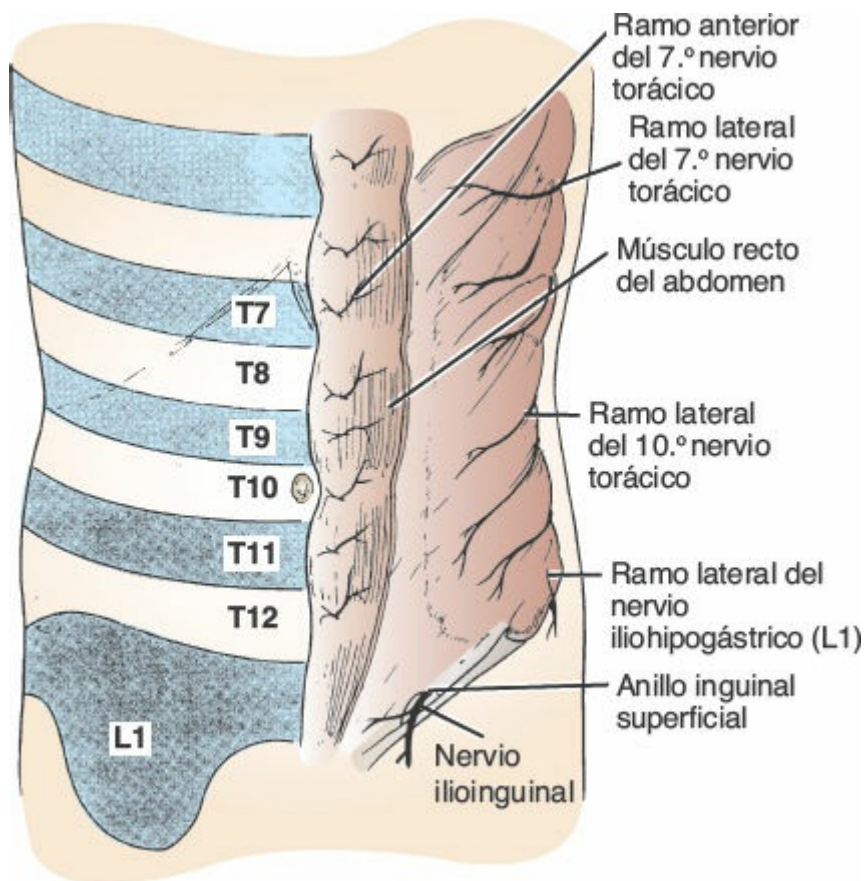


Figura 6-5. Dermatomas y distribución de los nervios cutáneos en la pared abdominal anterior.

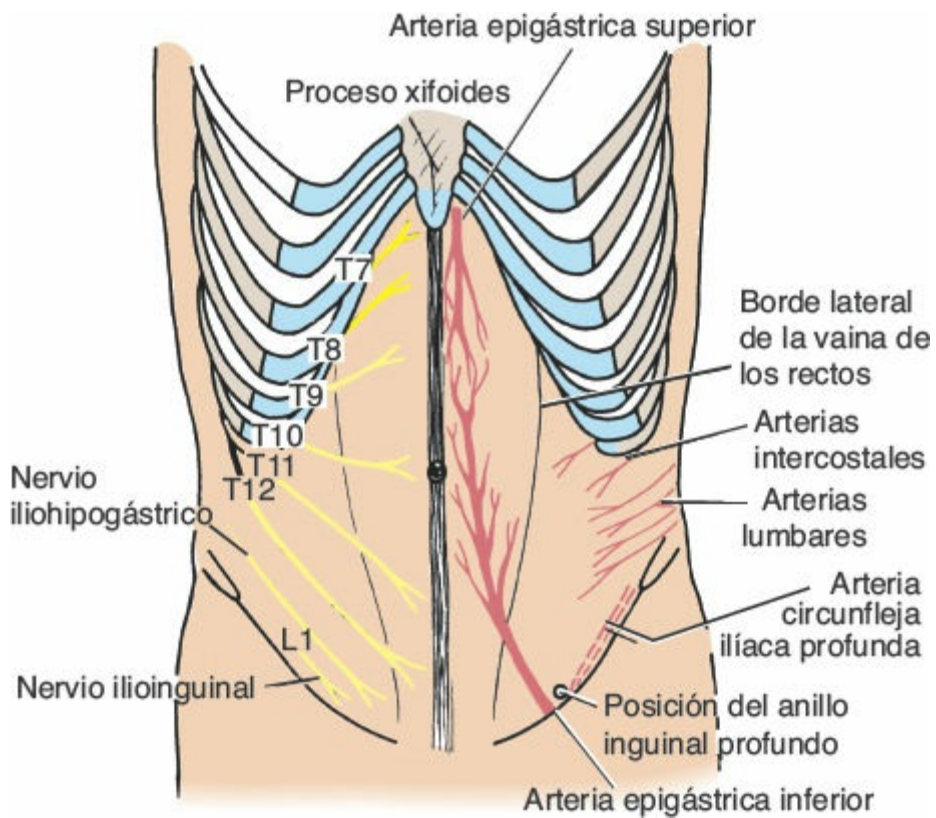


Figura 6-6. Inervación segmentaria de la pared abdominal anterior (*izquierda*) e irrigación de la pared abdominal anterior (*derecha*).

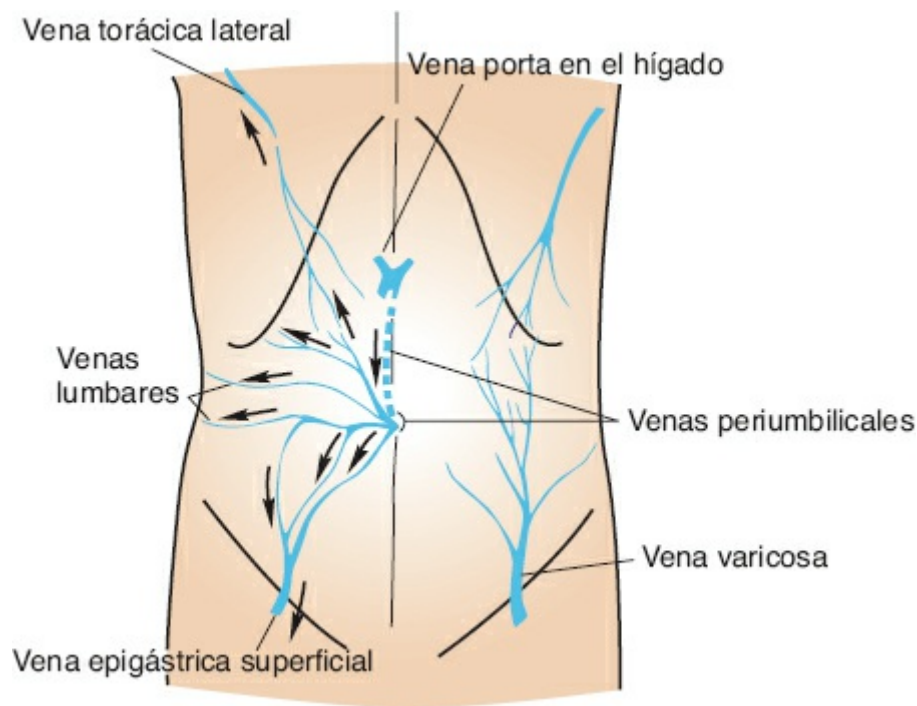


Figura 6-7. Venas superficiales de la pared abdominal anterior. A la *izquierda* se muestran anastomosis entre las venas sistémicas y la vena porta a través de las venas periumbilicales. Las *flechas* indican la dirección que toma la sangre venosa cuando se obstruye la vena porta. A la *derecha* se muestra una anastomosis dilatada entre la vena torácica lateral y la vena epigástrica superficial. Esto ocurre si se obstruye la vena cava superior o inferior.

Fascia superficial (tejido subcutáneo)

La fascia superficial se divide en dos capas: una capa superficial **adiposa (fascia de Camper)** y una capa profunda **membranosa (fascia de Scarpa)** (fig. 6-8). La capa adiposa se continúa con la grasa superficial que reviste el resto del cuerpo y puede ser muy gruesa (8 cm o más en personas con obesidad). La capa membranosa es delgada y se desvanece lateral y superiormente, donde se continúa con la fascia superficial de la espalda y el tórax, respectivamente. Inferiormente, la capa membranosa pasa hacia la porción anterior del muslo, en donde se fusiona con la fascia profunda un dedo por debajo del ligamento inguinal. Inferiormente en la línea media, la capa membranosa de la fascia no se une con el pubis, pero forma una vaina tubular para el pene (o el clítoris). Inferior al perineo, entra en la pared del escroto (o los labios mayores de la vulva). Desde este sitio, emite prolongaciones a cada uno de los bordes del arco púbico; en esta localización recibe el nombre de **fascia de Colles**. Posteriormente, se fusiona con el cuerpo perineal y el borde posterior de la membrana perineal (véase fig. 6-8B).

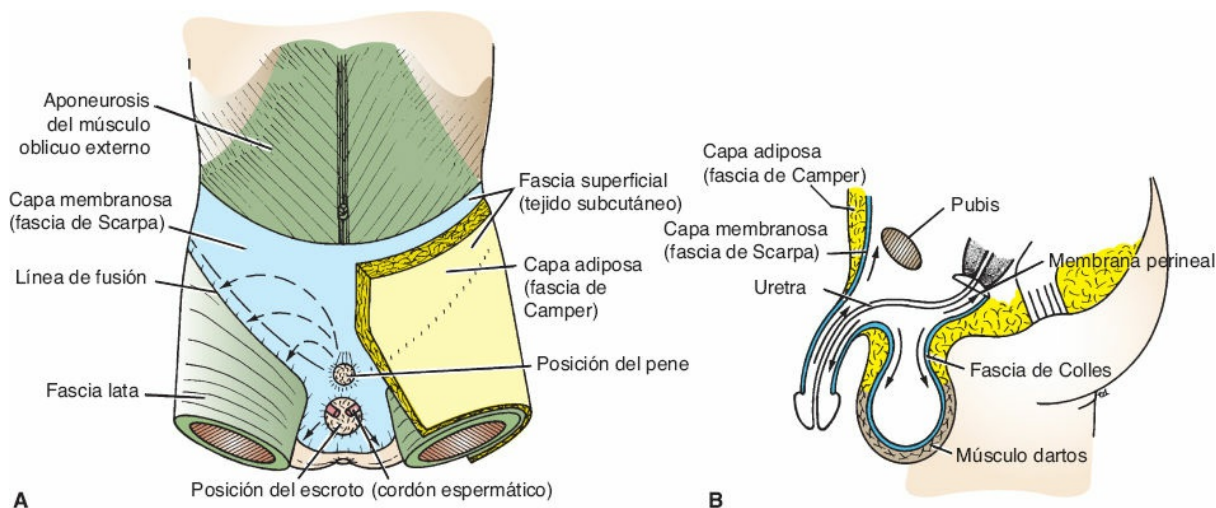


Figura 6-8. Distribución de la capa adiposa y membranosa de la fascia superficial en la porción inferior de la pared abdominal anterior. **A.** Vista anterior. Obsérvese la línea de unión entre la capa membranosa y la fascia profunda del muslo (fascia lata). **B.** Vista sagital. Nótese la unión de la capa membranosa al borde posterior de la membrana perineal. Las flechas indican los caminos que toma la orina en casos de rotura de la uretra.

En el escroto, la capa adiposa de la fascia superficial emerge como una delgada capa de músculo liso, el **músculo dartos**. La capa membranosa de la fascia superficial persiste como una capa separada.

Fascia profunda

La fascia profunda de la pared abdominal anterolateral es apenas una capa delgada de tejido conjuntivo que reviste los músculos. Se localiza inmediatamente profunda a la capa membranosa de la fascia superficial.

Músculos

La pared abdominal anterolateral alberga tres láminas de músculo que son más prominentes en los costados y se hacen más aponeuróticas por delante. De exterior (superficial) a interior (profundo), se trata del **oblicuo externo**, el **oblicuo interno** y el **músculo transverso del abdomen** (fig. 6-9). Estos son los equivalentes abdominales de los músculos intercostales. Además, los músculos **rectos del abdomen** pares forman vainas verticales gruesas a cada uno de los lados de la línea media (fig. 6-10). A medida que las aponeurosis de las tres láminas se dirige hacia adelante, envuelven el recto del abdomen para formar la **vaina de los rectos**. La porción inferior de la vaina de los rectos puede contener un músculo pequeño conocido como **músculo piramidal**. Los detalles de las inserciones, la inervación y la función de los músculos de la pared abdominal anterolateral se resumen en la [tabla 6-1](#).



Notas clínicas

Capa membranosa de la fascia superficial y extravasación de orina

La capa membranosa de la fascia superficial tiene relevancia clínica debido a que por debajo de ella existe un espacio potencial cerrado que no se abre al muslo, pero que es continuo con el compartimento superficial del periné a través del pene y el escroto. La rotura de la uretra peneana puede seguirse de extravasación de orina al escroto, el perineo y el pene; después, a la porción inferior de la pared abdominal anterior profundo a la capa membranosa de la fascia. La orina se mantiene fuera del muslo debido a la unión de la fascia superficial con la fascia lata (véase [fig. 6-8](#)).

Al cerrar heridas abdominales, suelen utilizarse puntos continuos para unir la capa membranosa dividida de la fascia superficial. Ello fortalece la herida en cicatrización, previene el estiramiento de la piel y permite obtener un resultado cosméticamente aceptable.

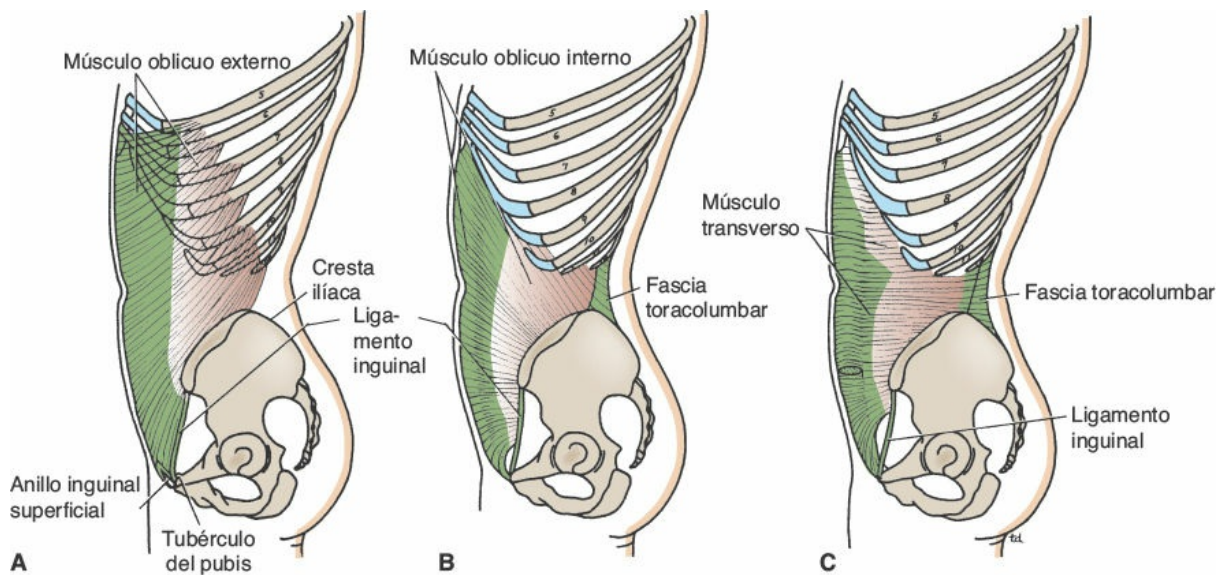


Figura 6-9. Capas musculares de la pared abdominal anterolateral. **A.** Oblicuo externo. **B.** Oblicuo interno. **C.** Músculo transverso del abdomen.

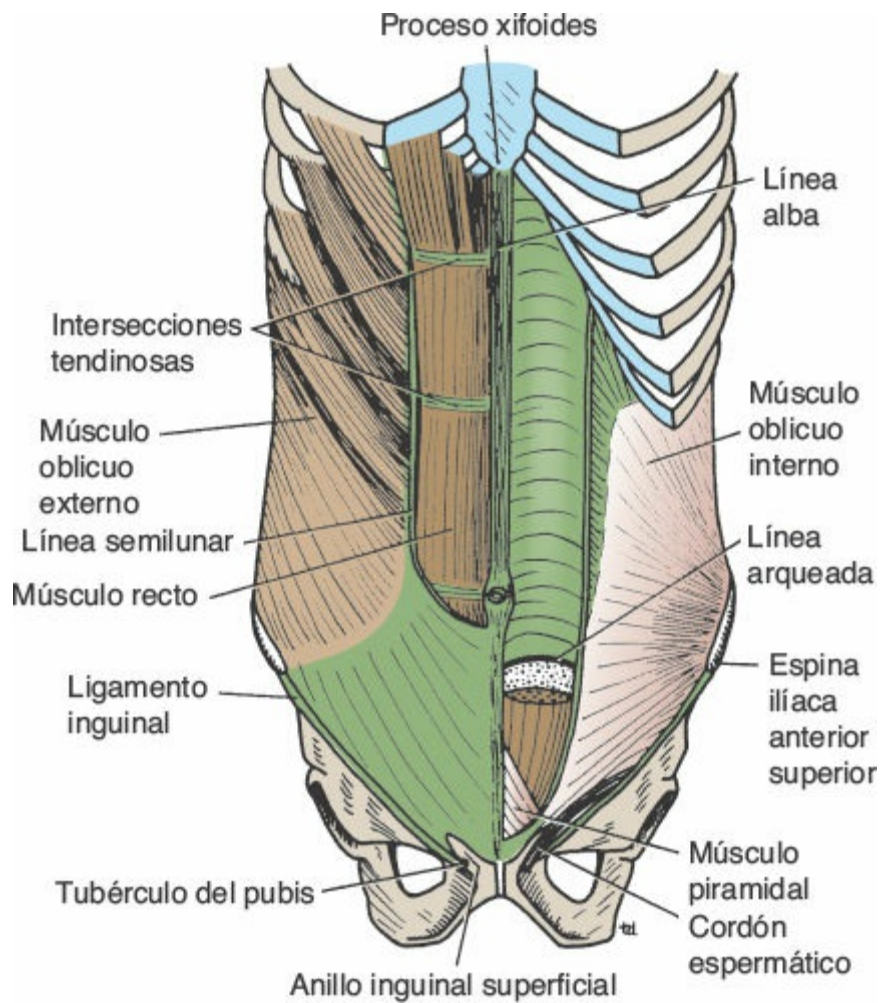


Figura 6-10. Vista anterior del músculo recto del abdomen y la vaina de los rectos. *Izquierda.* La pared anterior de la vaina se ha retirado parcialmente para mostrar el músculo recto del abdomen con sus intersecciones tendinosas. *Derecha.* Se muestra la pared posterior de la vaina de los rectos. El borde de la línea arqueada se muestra en el nivel de la espina iliaca anterior superior.

Tabla 6-1 Músculos de la pared abdominal anterior

NOMBRE DEL MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Oblicuo externo del abdomen	Ocho costillas inferiores	Proceso xifoides, línea alba, cresta del pubis, tubérculo del pubis, cresta iliaca	Seis nervios torácicos inferiores y nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1)	Sostiene y comprime el contenido abdominal; ayuda en la flexión y la rotación del tronco; colabora en la espiración forzada, la micción, la defecación, el parto y los vómitos.
Oblicuo interno del abdomen	Fascia toracolumbar, cresta iliaca, dos tercios laterales del ligamento inguinal	Tres costillas y cartílagos costales inferiores, proceso xifoides, línea alba, sínfisis del pubis	Seis nervios torácicos inferiores y nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1)	Como el oblicuo externo del abdomen.
Transverso	Seis cartílagos costales inferiores, fascia toracolumbar, cresta iliaca, tercio lateral del ligamento inguinal	Proceso xifoides, línea alba, sínfisis del pubis	Seis nervios torácicos inferiores y nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1)	Comprime el contenido abdominal.
Recto del abdomen	Sínfisis del pubis y cresta del pubis	Del 5.º al 7.º cartílagos costales y proceso xifoides	Seis nervios torácicos inferiores	Comprime el contenido abdominal y flexiona la columna vertebral; músculo accesorio de la espiración.
Piramidal (de estar presente)	Cara anterior del pubis	Línea alba	Duodécimo nervio torácico	Tensa la línea alba.

Oblicuo externo del abdomen

Este músculo es una lámina muscular amplia y delgada que tiene la mayor parte de sus fibras insertadas a través de una gran aponeurosis (véanse figs. 6-9 y 6-10). Obsérvese que la mayoría de las fibras posteriores que se dirigen inferiormente a la cresta iliaca forman un borde posterior libre.

Hay un defecto triangular en la aponeurosis del oblicuo externo inmediatamente superolateral al tubérculo del pubis. Se trata del **anillo inguinal superficial**. El cordón espermático (o ligamento redondo del útero) pasa a través de esta abertura y arrastra la **fascia espermática externa** (o revestimiento externo del ligamento redondo del útero) correspondiente a los bordes del anillo (figs. 6-11 y 6-12).

El borde inferior de la aponeurosis se curva hacia atrás, sobre sí mismo, entre la espina iliaca anterior superior y el tubérculo del pubis, formando el **ligamento inguinal** (figs. 6-13 y 6-14; véase también fig. 6-9). El **ligamento lacunar** se extiende posterosuperiormente desde el extremo medial del ligamento inguinal hacia la línea pectínea en la rama superior del pubis (véanse figs. 6-13 y 6-14). Su borde agudo y en forma de media luna corresponde al borde medial del **anillo femoral** (véase cap. 11). Cuando alcanza la línea pectínea, el ligamento lacunar se continúa con un engrosamiento del periostio denominado **ligamento pectíneo**.

La porción lateral del borde posterior del ligamento inguinal da origen a una parte de los músculos abdominales oblicuo interno y transverso del abdomen (véanse figs. 6-9, 6-10 y 6-14). La fascia profunda del muslo, conocida como **fascia lata**, se une con el borde inferior del ligamento inguinal (véase fig. 6-8A).

Oblicuo interno del abdomen

El músculo oblicuo interno del abdomen también es amplio y delgado, y yace

profundo al oblicuo externo. La mayor parte de sus fibras discurren en ángulo recto con respecto a las del oblicuo externo y se irradian en su trayecto anterosuperior (véase [fig. 6-9](#)). El músculo oblicuo interno del abdomen posee un borde inferior libre que se arquea sobre el cordón espermático (o ligamento redondo del útero) y, a continuación, desciende posterior a este para unirse a la cresta del pubis y la línea pectínea ([fig. 6-15](#); véase también [fig. 6-14](#)). Cerca de su inserción, las fibras tendinosas más inferiores se conectan con fibras similares del músculo transverso del abdomen para formar el **tendón conjunto** u **hoz inguinal** (véanse [figs. 6-14](#) y [6-15C](#)). Este tendón se une en su parte media a la **línea alba**, pero posee un borde lateral libre.

A medida que el cordón espermático pasa por debajo del borde inferior del oblicuo interno del abdomen, transporta algunas fibras musculares que se derivan de este músculo. Estas fibras que rodean el cordón espermático componen el músculo cremáster (véanse [figs. 6-14](#) y [6-15B](#)). La **fascia cremastérica** es la suma del músculo cremáster y su fascia. El músculo cremáster ejerce tracción sobre el cordón espermático y eleva o desciende los testículos.

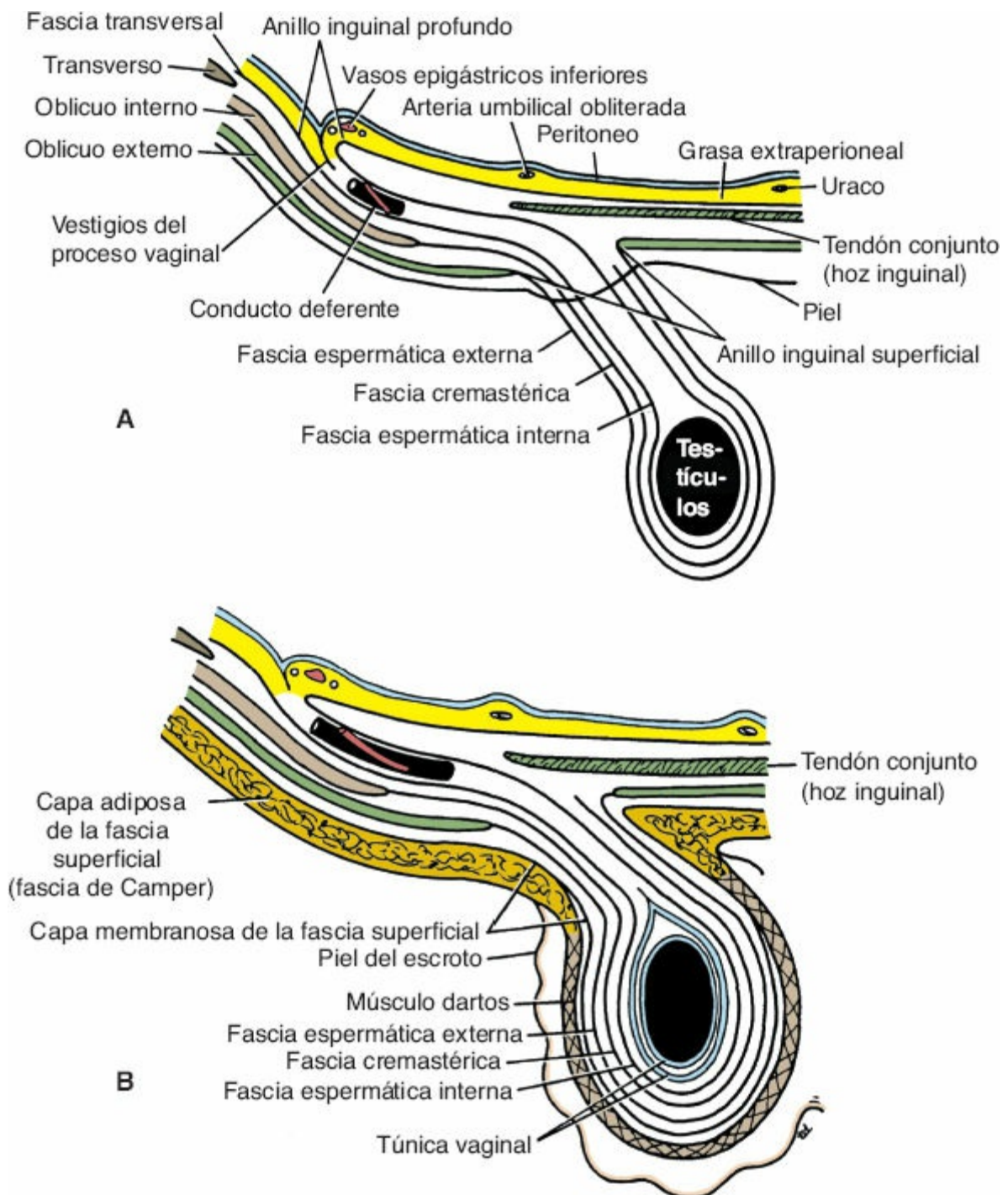


Figura 6-11. **A** Continuidad de las diferentes capas de la pared abdominal anterior con los revestimientos del cordón espermático. **B.** Se han incluido la piel y la fascia superficial de la pared abdominal y el escroto; se muestra la túnica vaginal.

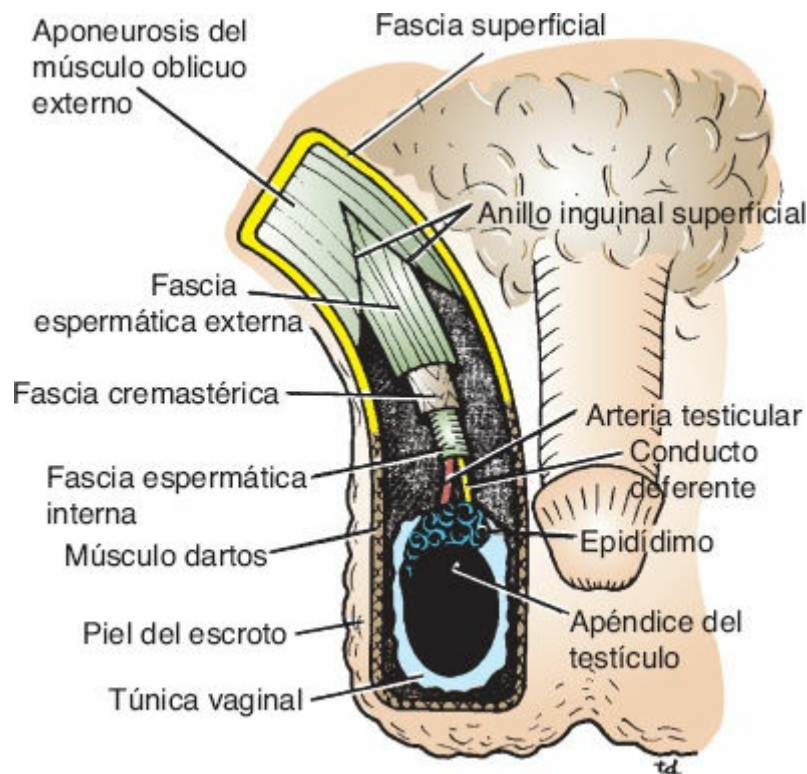


Figura 6-12. Vista anterior del escroto disecado. Obsérvese el cordón espermático y sus revestimientos.

Músculo transverso del abdomen

El músculo transverso del abdomen es una lámina muscular delgada ubicada profunda al oblicuo interno. Sus fibras discurren horizontalmente hacia adelante (véase [fig. 6-9](#)). Las fibras tendinosas más inferiores se unen a fibras similares del oblicuo interno del abdomen para formar el tendón conjunto, que se fija a la cresta del pubis y la línea pectínea (véanse [figs. 6-14](#) y [6-15C](#)).

Obsérvese que el borde posterior del músculo oblicuo externo del abdomen se encuentra libre, mientras que los bordes posteriores de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen se unen a las vértebras lumbares mediante la fascia toracolumbar (véase [fig. 6-9](#)).

Recto del abdomen

El recto del abdomen es una banda muscular ancha que se extiende a lo largo de toda la longitud de la pared abdominal anterior ([fig. 6-16](#); véase también [fig. 6-10](#)). Este músculo es más ancho en la porción superior y se ubica cerca de la línea media; los dos músculos rectos se encuentran separados por la línea alba.

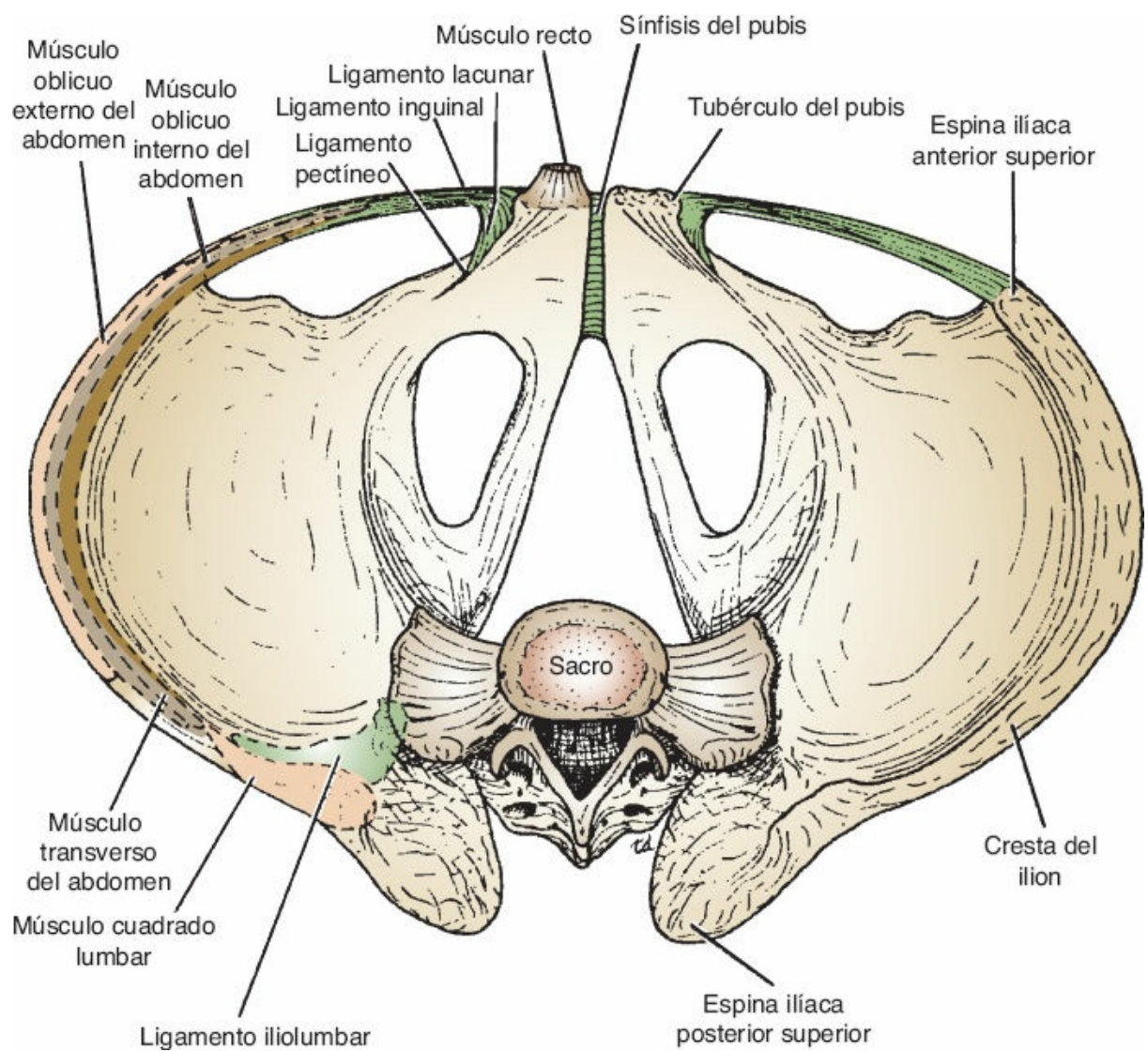


Figura 6-13. Vista superior de la pelvis ósea. Obsérvense las inserciones de los ligamentos inguinal, lacunar y pectíneo.

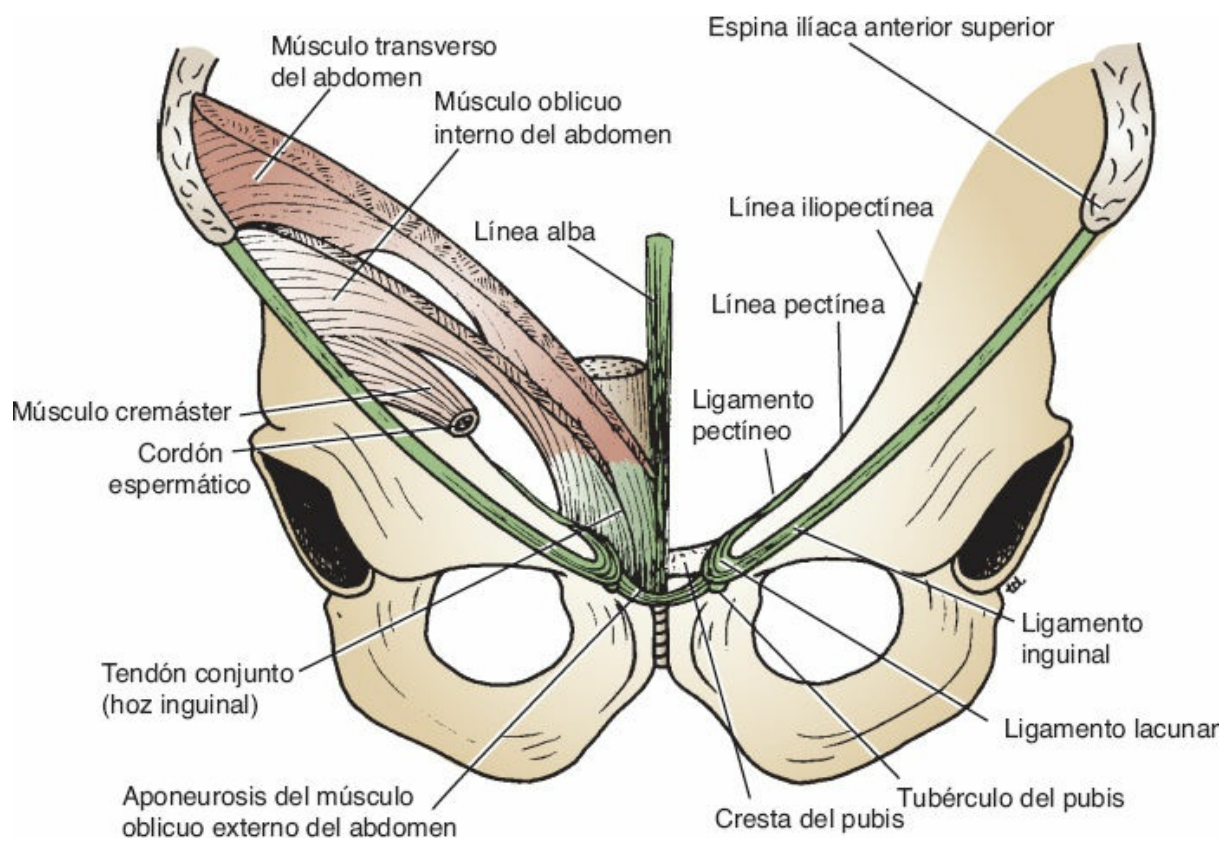


Figura 6-14. Vista anterior de la pelvis que muestra la inserción del tendón conjunto con la cresta del pubis y la parte adyacente de la línea pectínea.

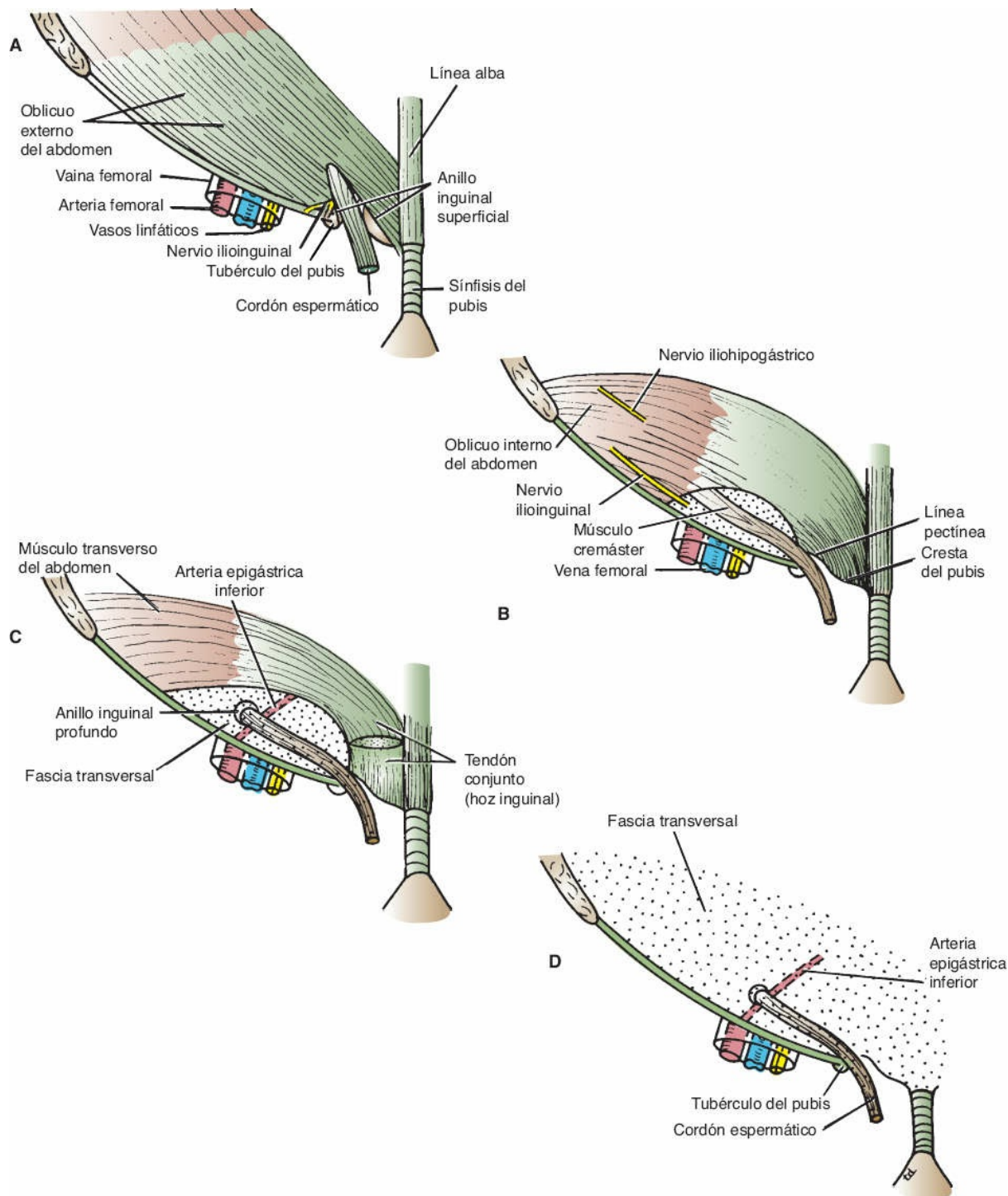


Figura 6-15. Conducto inguinal y distribución del músculo oblicuo externo del abdomen (A), el músculo oblicuo interno del abdomen (B), el músculo transverso del abdomen (C) y la fascia transversal (D). Obsérvese que los músculos oblicuo interno y externo del abdomen componen la pared anterior del conducto, mientras que la fascia transversal y el tendón conjunto forman la pared posterior. El anillo inguinal profundo se encuentra lateral a la arteria epigástrica inferior.

Cuando el músculo recto se contrae, su borde lateral crea un surco curvo, la **línea semilunar**, que puede palpase y, a menudo, observarse. Esta se extiende desde la punta del noveno cartílago costal hasta el tubérculo del pubis.

El músculo recto del abdomen se divide en segmentos distintos a través de tres **intersecciones tendinosas**: una a nivel del proceso xifoides, otra a nivel del

ombbligo y la tercera a la mitad de la distancia entre estas dos estructuras. Estas inter-secciones se unen fuertemente a la pared anterior de la vaina de los rectos (*véase* más adelante). Cuando el músculo recto está bien desarrollado, las intersecciones tendinosas dan el aspecto clásico de un abdomen bien definido y tonificado (*véase* [fig. 6-16](#)).

El recto del abdomen está encerrado entre la aponeurosis del oblicuo externo, el oblicuo interno y el transversal, los cuales forman la **vaina de los rectos**.

Músculo piramidal

El músculo piramidal es un pequeño músculo ubicado anterior a la porción inferior del recto del abdomen (*véase* [fig. 6-10](#)). No obstante, suele estar ausente.

Vaina de los rectos

La vaina de los rectos es un revestimiento grande y fibroso que encierra los músculos recto del abdomen y piramidal (cuando está presente). Por lo tanto, la vaina tiene dos paredes, una anterior y una posterior. Además, contiene los ramos anteriores de los seis nervios torácicos inferiores, así como los vasos epigástricos superiores e inferiores y los vasos linfáticos. Está formada principalmente por las aponeurosis de los tres músculos abdominales laterales ([fig. 6-17](#); *véase también* [fig. 6-10](#)).

El contenido de las paredes de la vaina de los rectos cambia de acuerdo con el nivel. Para facilitar la descripción, la vaina de los rectos se divide en tres niveles ([fig. 6-18](#)):

- Por encima del reborde costal, la pared anterior está formada por la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen. La pared posterior está formada por la pared torácica (cartílagos costales quinto, sexto y séptimo, y los espacios intercostales).
- La aponeurosis del músculo oblicuo interno del abdomen se divide entre el arco costal y la línea arqueada (cerca del nivel de la espina iliaca anterior superior) para albergar el músculo recto del abdomen. La aponeurosis del oblicuo externo del abdomen se dirige hacia la porción anterior del músculo, y la aponeurosis del transversal del abdomen se dirige hacia la porción posterior.
- Las aponeurosis de los tres músculos forman la pared anterior entre el nivel de la línea arqueada (cerca de la espina iliaca anterior superior) y el pubis. No hay pared posterior y el músculo recto del abdomen descansa en la fascia transversal.

Obsérvese que, en el lugar donde las aponeurosis que forman la pared posterior se dirigen a la porción anterior del músculo recto del abdomen a nivel de la espina iliaca anterior superior, la pared posterior posee un borde inferior curvo libre, la **línea arqueada** (*véanse* [figs. 6-10](#) y [6-17](#)). Aquí, los vasos epigástricos inferiores entran en la vaina de los rectos y ascienden para anastomosarse con los vasos epigástricos superiores.

Una banda fibrosa denominada **línea alba** separa las vainas de ambos músculos rectos. Esta línea se extiende inferiormente desde el proceso xifoides hasta la sínfisis del pubis y está formada por la fusión de las aponeurosis de los músculos laterales de ambos lados. Se ensancha superiormente al ombligo y se estrecha inferiormente a este para insertarse en la sínfisis del pubis.

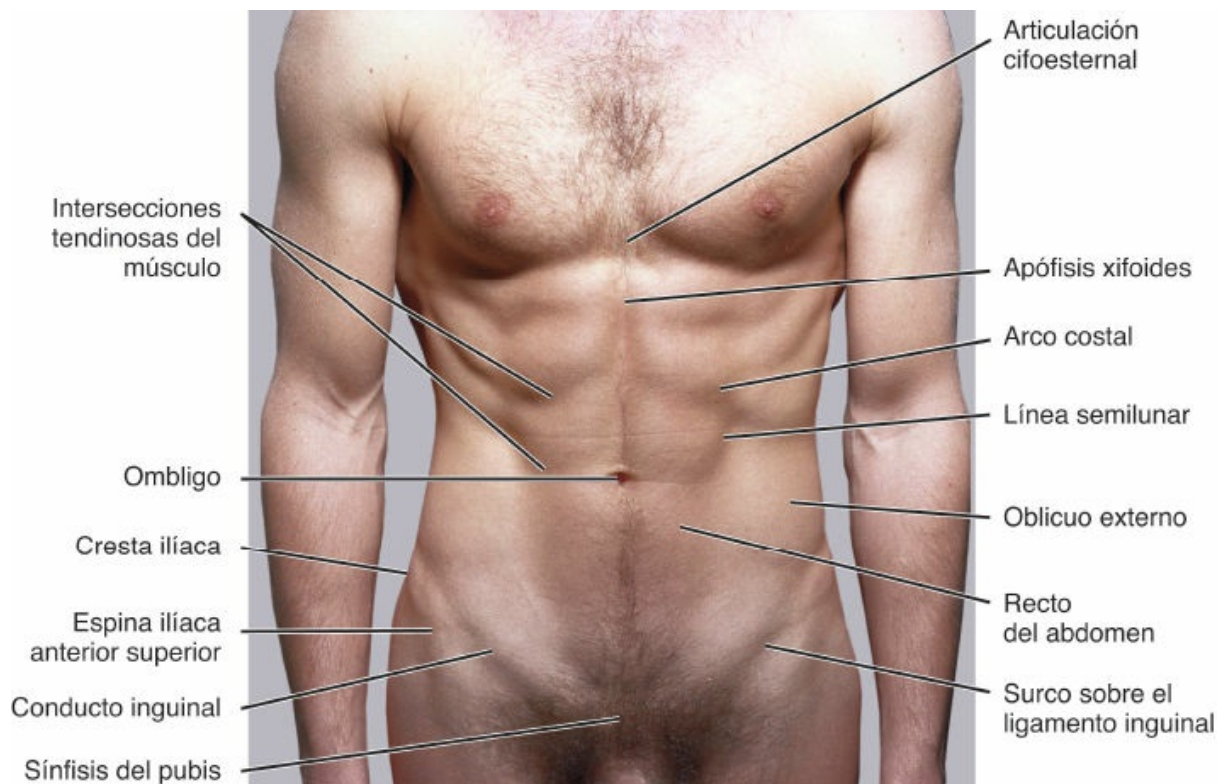


Figura 6-16. Pared abdominal anterior de un hombre de 27 años de edad. Obsérvense los músculos rectos del abdomen bien definidos con sus intersecciones tendinosas prominentes, así como la línea semilunar.

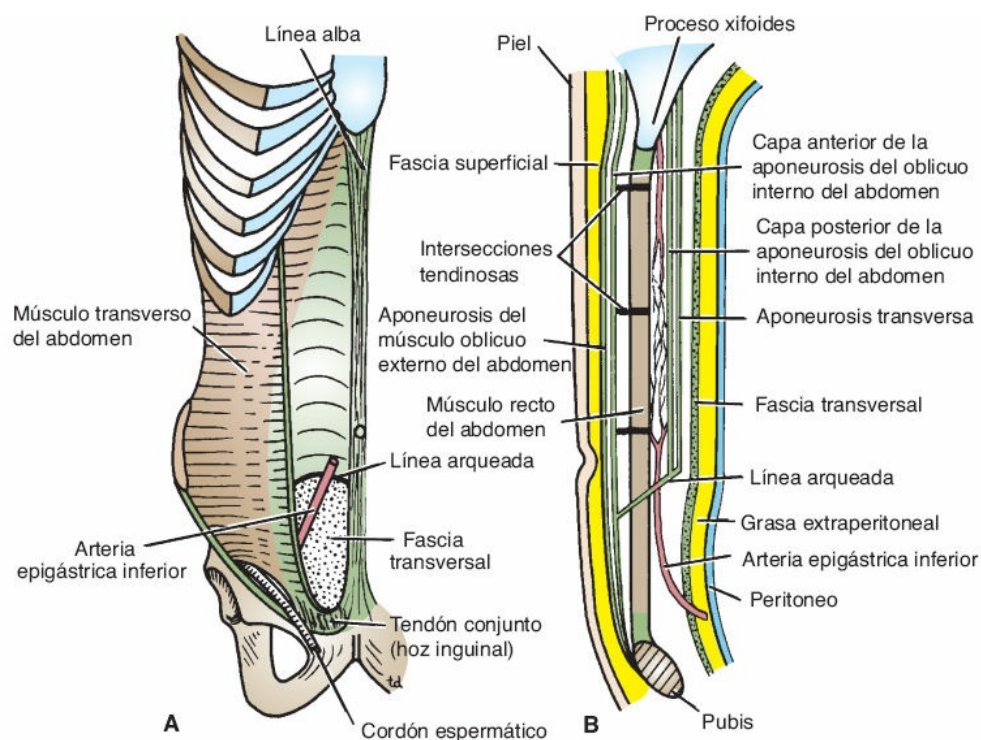


Figura 6-17. Vista anterior (A) y sección sagital (B) de la vaina de los rectos. Obsérvese la disposición de las aponeurosis que componen la vaina de los rectos.

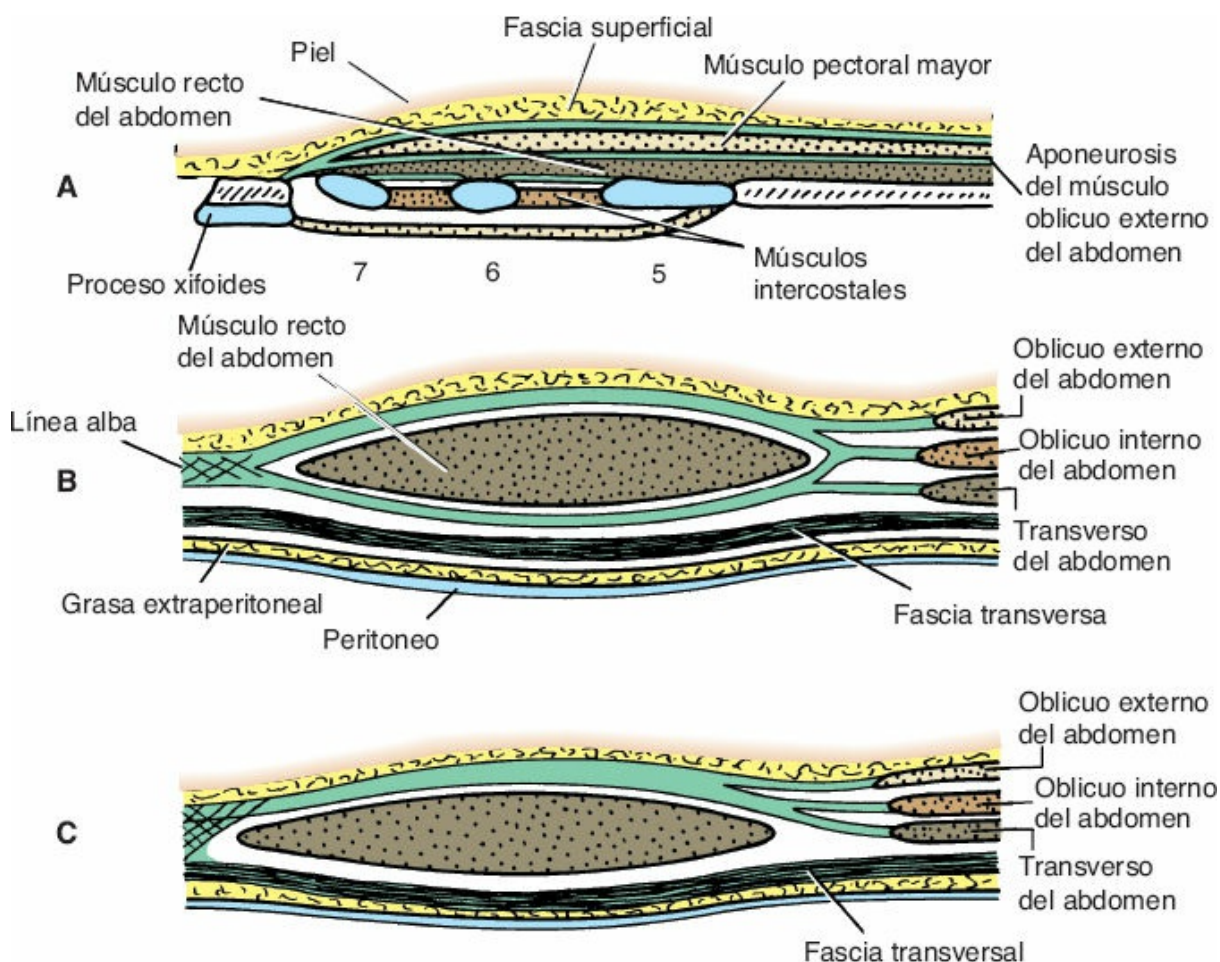


Figura 6-18. Cortes transversos de la vaina de los rectos en tres niveles distintos. **A.** Sobre el arco costal. **B.** Entre el arco costal y el nivel de la espina ilíaca anterior superior. **C.** Debajo del nivel de la espina ilíaca anterior superior y sobre el pubis.



Notas clínicas

Hematoma de la vaina de los rectos

El hematoma de la vaina de los rectos es raro pero importante, pues suele pasarse por alto. La mayoría de las veces se presenta inferior al nivel del ombligo. La fuente del sangrado es la vena epigástrica inferior o, con menos frecuencia, la arteria epigástrica inferior. Estos vasos pueden ser estirados durante ataques intensos de tos o en los últimos meses del embarazo, que predispone a esta alteración. La causa suele ser un traumatismo contuso en la pared abdominal, como una caída o patada. Los síntomas que se derivan del traumatismo incluyen dolor abdominal en la línea media. Una masa dolorosa e hipersensible limitada a una de las vainas de los rectos es el hallazgo diagnóstico.

La pared posterior de la vaina de los rectos no se une con el músculo recto del abdomen. No obstante, la pared anterior se une firmemente a esta a través de las intersecciones tendinosas del músculo.

Función

Los músculos oblicuos del abdomen flexionan y rotan el tronco (fig. 6-19). El

recto del abdomen flexiona el tronco y estabiliza la pelvis, mientras que el músculo piramidal mantiene la línea alba tensa durante el proceso.

Los músculos de las paredes abdominales anterior y lateral colaboran con el diafragma durante la inspiración. Estos se relajan durante el descenso del diafragma para que las vísceras abdominales puedan acomodarse.

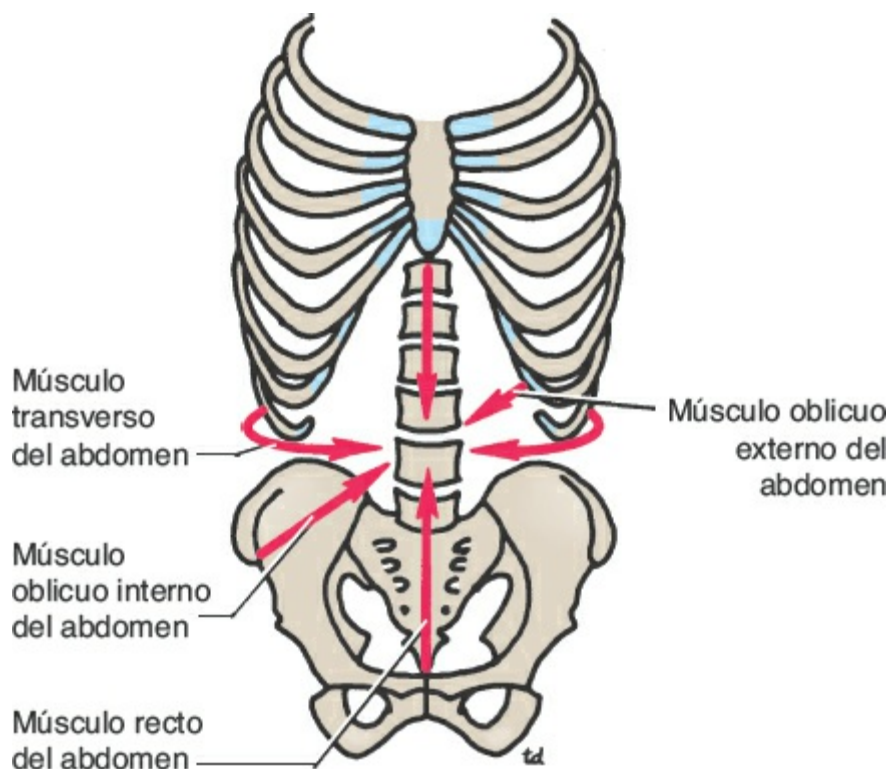


Figura 6-19. Acciones de los músculos de las paredes abdominales anterior y lateral. Las flechas indican la línea de acción de diferentes músculos.

Los músculos ayudan en la espiración forzada que ocurre durante la tos y los estornudos; tiran inferiormente de las costillas y el esternón. El tono de estos músculos tiene una función importante en el soporte y la protección de las vísceras abdominales. Al contraerse de manera simultánea junto con el diafragma, mientras la glotis laríngea se encuentra cerrada, aumentan la presión intraabdominal y ayudan en la micción, la defecación, los vómitos y el parto.

Inervación

Los seis nervios torácicos inferiores y los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico (L1) inervan los músculos oblicuos y transverso del abdomen (fig. 6-20; véase también fig. 6-26). Los seis nervios torácicos inferiores inervan el recto del abdomen. El duodécimo nervio torácico inerva el músculo piramidal.

Fascia transversal

La fascia transversal es uno de los componentes de una capa de fascia grande y delgada que se localiza entre la capa muscular de la pared abdominal y el

peritoneo parietal ([fig. 6-21](#); véase también [fig. 6-17](#)). Se continúa inferiormente con una fascia similar que reviste las paredes pélvicas. Por lo general, el nombre de la fascia se establece de acuerdo con la estructura a la que reviste. Por ejemplo, la **fascia diafragmática** reviste la superficie inferior del diafragma; la **fascia transversal**, el músculo transverso del abdomen; la **fascia del psoas**, el músculo psoas; la **fascia del cuadrado lumbar**, el músculo cuadrado lumbar, y la **fascia ilíaca**, el músculo ilíaco.



Notas clínicas

Músculos abdominales, ritmo abdominotorácico y visceroptosis

Los músculos abdominales se contraen y relajan con la respiración, y la pared abdominal se adapta al volumen de las vísceras abdominales. Normalmente, durante la inspiración, cuando el esternón se mueve anteriormente y el tórax se expande, la pared abdominal anterior también se mueve anteriormente, lo cual se conoce como **ritmo abdominotorácico**. Si la pared abdominal anterior permanece estática o se contrae hacia el interior cuando el tórax se expande, el peritoneo parietal puede sufrir un proceso inflamatorio desencadenando una contracción refleja de los músculos abdominales.

La forma de la pared abdominal anterolateral depende del tono de los músculos. La pared abdominal de una mujer de mediana edad con músculos abdominales débiles y que ha tenido diversos embarazos por lo general es incapaz de soportar las vísceras abdominales. La porción inferior de la pared abdominal anterior protruye en la **visceroptosis**. Esta anomalía no debe confundirse con un tumor abdominal, como un quiste ovárico, o con acumulación excesiva de grasa en la capa adiposa de la fascia superficial.

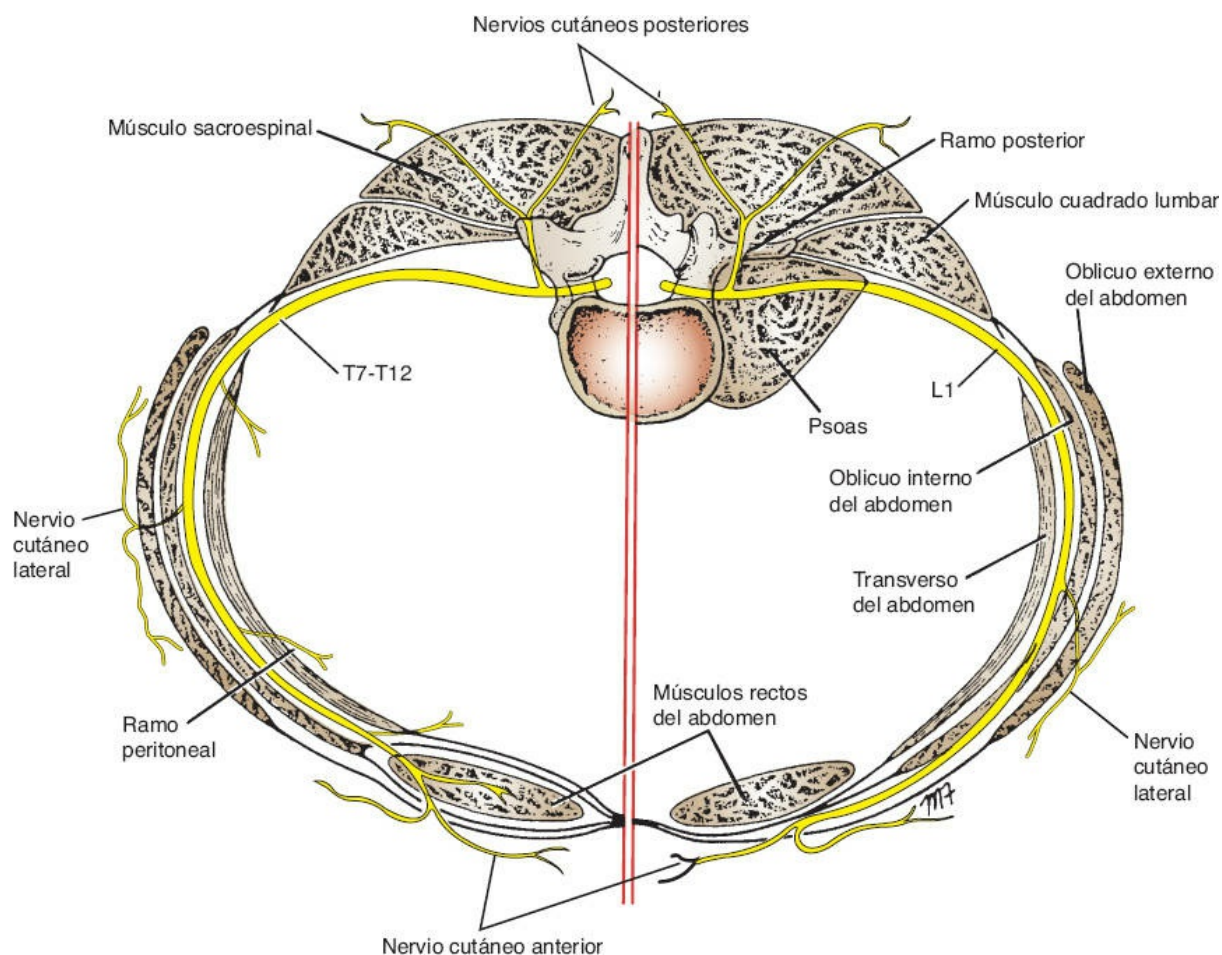


Figura 6-20. Sección transversal del abdomen que muestra los trayectos de los nervios torácicos inferiores y primeros lumbares.

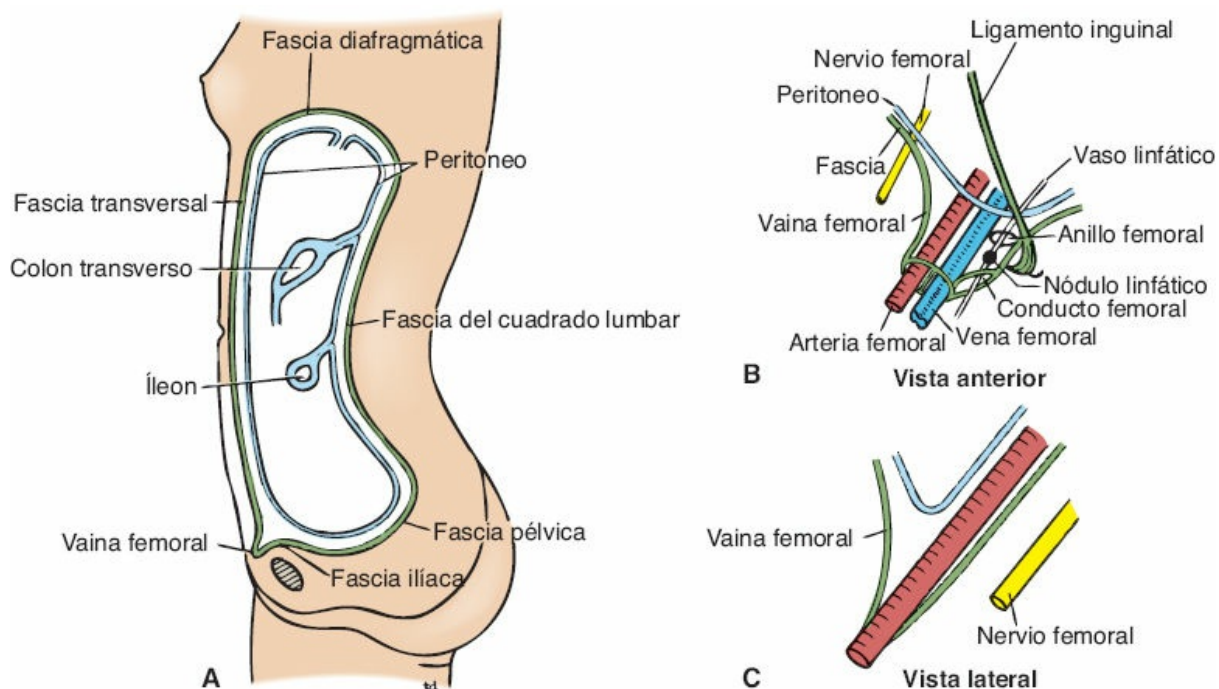


Figura 6-21 A. Sección sagital del abdomen que muestra la disposición de los revestimientos fasciales y peritoneales de las paredes. B. Vaina femoral con los vasos de su interior. C. Obsérvese que el nervio femoral no posee vaina fascial.

Los vasos sanguíneos y linfáticos abdominales se ubican dentro de la fascia, mientras que los nervios principales yacen fuera de ella. Esta disposición es importante para comprender la **vaina femoral** (véase [fig. 6-21](#)). La vaina femoral constituye una simple prolongación descendente de las fascias transversa e ilíaca alrededor de los vasos femorales y linfáticos, cerca de 4 cm por dentro del muslo, posterior al ligamento inguinal. Debido a que el nervio femoral se localiza fuera de la envoltura de la fascia, no tiene vaina (véase también [cap. 11](#)).

En ciertas áreas de la pared abdominal, la fascia tiene funciones particularmente importantes. Inferior al nivel de la línea arqueada, la pared posterior de la vaina de los rectos no posee aponeurosis musculares, y está compuesta solo por la fascia transversal y el peritoneo parietal (véanse [figs. 6-17](#) y [6-18](#)).

En el punto medio entre la espina ilíaca anterior superior y la sínfisis del pubis, el cordón espermático se introduce en la fascia transversal para crear el anillo inguinal profundo (véase [fig. 6-15](#)). Desde los bordes del anillo, la fascia continúa superior al cordón en forma de vaina cilíndrica, la **fascia espermática interna** (véase [fig. 6-11](#)).

Fascia extraperitoneal

La fascia extraperitoneal es una delgada capa de tejido conjuntivo que contiene diversas cantidades de grasa. Se localiza entre la fascia transversal y el peritoneo parietal (véase [fig. 6-17](#)).

Peritoneo parietal

Las caras profundas de las paredes del abdomen están revestidas por el peritoneo parietal (véanse [figs. 6-17B](#) y [6-21](#)); este es una membrana serosa, y se continúa inferiormente con el peritoneo parietal que cubre la pelvis (véanse [caps. 7](#) y [9](#)).

Inervación

Los nervios frénicos inervan a la porción central del peritoneo parietal diafragmático, mientras los nervios intercostales inferiores inervan la porción periférica. Los nervios segmentarios intercostales y lumbares, los cuales también inervan los músculos suprayacentes y la piel, inervan el peritoneo que reviste las paredes abdominales anterior y posterior.

Nervios de la pared abdominal anterolateral

Los ramos anteriores de los seis nervios torácicos inferiores y el primero lumbar inervan la pared abdominal anterolateral (véanse [figs. 6-5](#), [6-6](#) y [6-20](#)). Los nervios torácicos son continuaciones de los cinco nervios intercostales inferiores y de los nervios subcostales más allá de los bordes costales (véase [fig. 6-6](#)). Discurren anteriormente en el espacio entre los músculos oblicuo interno y

transverso del abdomen de la misma manera que los nervios intercostales discurren anteriormente en los espacios intercostales entre los músculos intercostales interno e íntimo. En conjunto, inervan la piel de la pared abdominal anterolateral, los músculos y el peritoneo parietal. Los seis nervios torácicos inferiores entran en la pared posterior de la vaina de los rectos para inervar el músculo recto del abdomen y el músculo piramidal (solo T12). Terminan atravesando la pared anterior de la vaina e inervando la piel.

El primer nervio lumbar, un ramo del plexo lumbar, posee un trayecto similar al de los nervios torácicos, pero no entra en la vaina de los rectos (véase [fig. 6-20](#)). Se divide en los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (véanse [figs. 6-5 y 6-6](#)). El **nervio iliohipogástrico** atraviesa la aponeurosis del oblicuo externo por encima del anillo inguinal superficial, y el **nervio ilioinguinal** emerge por este. Los nervios finalizan inervando la piel inmediatamente superior al ligamento inguinal y la sínfisis del pubis.

Los dermatomas de la pared abdominal anterolateral se muestran en la [figura 6-5](#). Los puntos de referencia de utilidad son que el dermatoma T7 se localiza en el epigastrio por encima del proceso xifoides, que el dermatoma T10 incluye el ombligo y que el dermatoma L1 se ubica de forma superior al ligamento inguinal y la sínfisis del pubis. En términos más sencillos:

- Dermatoma T7: proceso xifoides.
- Dermatoma T10: ombligo.
- Dermatoma L1: pubis.



Notas clínicas

Dolor abdominal

Véase también el [capítulo 7](#), *Notas clínicas* sobre el dolor abdominal.

Rigidez muscular y dolor referido

En algunas ocasiones, el médico tiene dificultades para determinar si la rigidez de los músculos de la pared abdominal anterior de un paciente determinado se debe a una inflamación del peritoneo parietal subyacente o a una contracción voluntaria por parte del paciente a causa de la incomodidad durante la exploración o las manos frías del explorador. Una manera de evitar este problema es solicitar al paciente, que se encuentra en decúbito supino en la mesa de exploración, que repose los brazos en los costados y doble las rodillas, para así flexionar las articulaciones. Ello se debe a que, cuando se flexionan los muslos, es casi imposible poder mantener los músculos abdominales tensos. Por otro lado, las manos del explorador siempre deben estar cálidas.

La pleuritis, o pleuresía, que afecta la pleura parietal costal inferior provoca dolor en la piel suprayacente que puede irradiar hacia el abdomen. A pesar de que no es probable que cause rigidez de los músculos abdominales, puede causar confusión durante el diagnóstico.

Bloqueo nervioso abdominal anterior

El bloqueo nervioso abdominal anterior se realiza para reparar laceraciones de la pared abdominal anterior.

Área de anestesia

El área de anestesia es la piel de la pared abdominal anterolateral. Los nervios relevantes son los ramos anteriores de los nervios torácicos séptimo a duodécimo y el primero lumbar (nervios

ilioinguinal e iliohipogástrico).

Procedimiento

Los extremos anteriores de los nervios intercostales T7 a T11 entran en la pared abdominal posteriores a los cartílagos costales (véanse figs. 6-5 y 6-6). El bloqueo abdominal regional es más fácil de realizar a lo largo del borde inferior del arco costal, infiltrando los nervios a medida que emergen entre el proceso xifoides y la décima o undécima costilla en el arco costal (fig. 6-22).

El nervio ilioinguinal discurre anteriormente en el conducto inguinal y emerge a través del anillo inguinal superficial. El nervio iliohipogástrico también discurre anteriormente, alrededor de la pared abdominal, y perfora la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen por encima del anillo inguinal superficial. Es fácil bloquear ambos nervios mediante la introducción de una aguja de anestesia 2,5 cm por encima de la espina ilíaca anterior superior sobre la línea espinoumbilical.

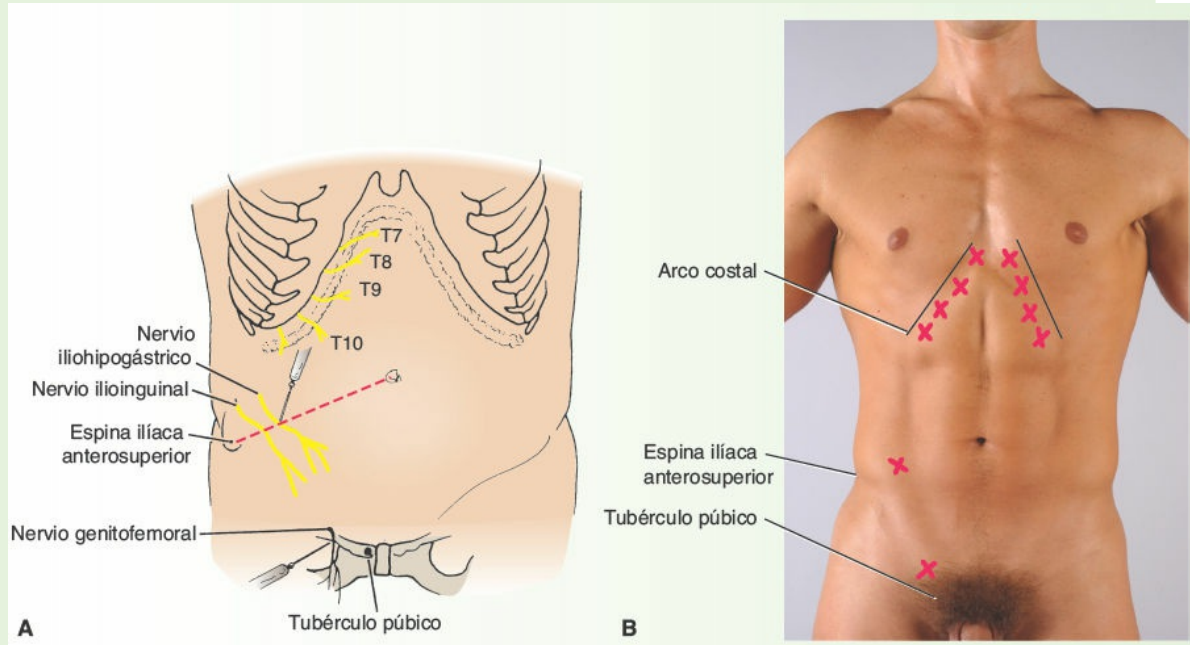


Figura 6-22. Bloqueo nervioso de la pared abdominal anterior. Se bloquean (X en B) desde T7 hasta T11 (A) a medida que emergen por debajo del arco costal. Los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (A) se bloquean mediante la inserción de una aguja cerca de 2,5 cm por encima de la espina ilíaca anterior superior sobre la línea espinoumbilical (X en B). Los ramos terminales del nervio genitofemoral (A) se bloquean mediante la inserción de una aguja en la piel inmediatamente lateral al tubérculo del pubis e infiltrando la hipodermis con solución anestésica (X en B).

Arterias de la pared abdominal anterolateral

La arteria epigástrica superior, una de las ramas terminales de la arteria torácica interna, entra en la porción superior de la vaina de los rectos entre los orígenes esternal y costal del diafragma (véase fig. 6-6). Desciende posterior al músculo recto del abdomen, por lo que irriga la porción central superior de la pared abdominal anterior y se anastomosa con la arteria epigástrica inferior.

La **arteria epigástrica inferior** es una rama de la arteria ilíaca externa, inmediatamente superior al ligamento inguinal. Discurre superomedialmente a lo largo del lado medial del anillo inguinal profundo (véanse figs. 6-6, 6-11 y 6-15). Entra en la fascia transversal para introducirse en la vaina de los rectos

anterior a la línea arqueada (véase fig. 6-17). Asciende posterior al músculo recto, e irriga la porción central inferior de la pared abdominal anterior y se anastomosa con la arteria epigástrica superior.

La **arteria circunfleja ilíaca profunda** es una rama de la arteria ilíaca externa justo superior al ligamento inguinal (véase fig. 6-6). Discurre superolateralmente hacia la espina ilíaca anterior superior y después se continúa a lo largo de la cresta ilíaca. Irriga la porción inferior de la pared abdominal.

Las dos arterias intercostales posteriores inferiores, ramas de la aorta torácica descendente, y las cuatro arterias lumbares, ramas de la aorta abdominal, discurren anteriormente entre las capas musculares e irrigan la porción lateral inferior de la pared abdominal (véase fig. 6-6).

Venas

Las venas superficiales forman una red que se irradia desde el ombligo (véase fig. 6-7). Superiormente, la red drena en la vena axilar a través de la **vena torácica lateral** e, inferiormente, en la vena femoral a través de la **vena epigástrica superficial** y la **vena safena mayor**. Unas cuantas venas pequeñas, las **venas periumbilicales**, conectan la red alrededor del ombligo y a lo largo del ligamento redondo con la vena porta. Lo anterior da origen a una importante anastomosis venosa portosistémica.

Las venas profundas de la pared abdominal, la **epigástrica superior**, la **epigástrica inferior** y la **circunfleja ilíaca profunda**, acompañan a las arterias del mismo nombre y drenan en las venas torácica interna e ilíaca externa. Las **venas intercostales posteriores** drenan en la vena ácigos, mientras que las **venas lumbares** lo hacen en la vena cava inferior.



Notas clínicas

Obstrucción de la vena cava

Cuando la vena cava inferior o la superior resultan obstruidas, el flujo venoso distiende las venas que discurren desde la pared anterior del tórax hacia el muslo. La vena torácica lateral se anastomosa con la vena epigástrica superficial, una tributaria de la vena safena mayor del miembro inferior. En estas circunstancias, se extiende una vena varicosa tortuosa desde la axila hasta el abdomen inferior (véase fig. 6-7).

Obstrucción de la vena porta

En los casos de obstrucción de la vena porta, las venas superficiales alrededor del ombligo y las venas periumbilicales se distienden de forma pronunciada (véase fig. 6-7). Las venas subcutáneas dilatadas se irradian desde el ombligo, produciendo en casos graves lo que se conoce clínicamente como **cabeza de medusa** (fig. 6-23).

Vasos linfáticos de la pared abdominal anterolateral

El drenaje linfático de la piel de la pared abdominal anterior por encima del

ombiligo discurre superiormente hacia el grupo de nódulos linfáticos axilar anterior (pectoral), los cuales pueden palpase justo por debajo del borde inferior del músculo pectoral mayor (fig. 6-23A). Por debajo del nivel del ombligo, la linfa drena inferolateralmente hacia los nódulos inguinales superficiales. La linfa de la piel de la cara posterior por encima del nivel de las crestas ilíacas es drenada superiormente al grupo de nódulos linfáticos axilar posterior, que puede palpase en la pared posterior de la axila (véase fig. 6-23B). Inferior al nivel de las crestas ilíacas, la linfa drena inferiormente a los nódulos linfáticos inguinales superficiales.

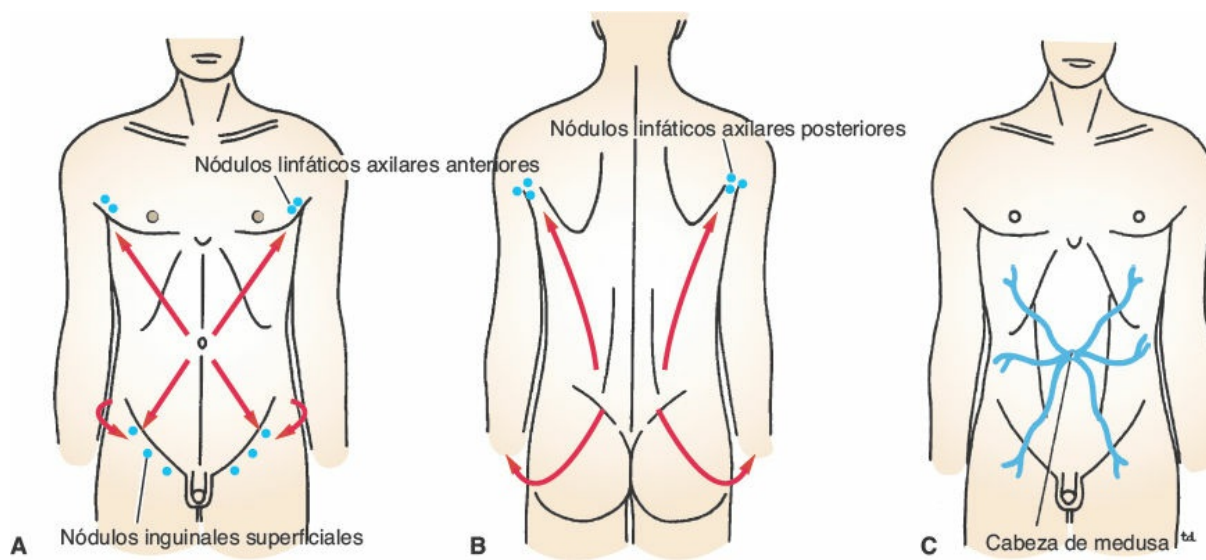


Figura 6-23 A. Drenaje linfático de la piel de la pared abdominal anterior. B. Drenaje linfático de la piel de la pared abdominal posterior. C. Ejemplo de cabeza de medusa causada por cirrosis hepática.



Notas clínicas

Piel y nódulos linfáticos regionales

Es de relevancia clínica conocer las áreas de piel que drenan en un grupo de nódulos linfáticos, sobre todo para comprender el origen de una afección determinada. Por ejemplo, un crecimiento en la ingle (crecimiento del nódulo inguinal superficial) puede deberse a una infección o un tumor maligno de la piel de la porción inferior de la pared abdominal anterior o de la nalga.

Los vasos linfáticos profundos siguen a las arterias y drenan en los nódulos torácicos internos, ilíacos externos, mediastínicos posteriores y paraaórticos (lumbares).

Conducto inguinal

El conducto inguinal es un paso oblicuo dirigido a la porción inferior de la pared abdominal anterior. En hombres, permite que las estructuras del cordón espermático pasen a, y desde, los testículos y el abdomen (la espermatogénesis normal ocurre solo si el testículo abandona la cavidad abdominal para entrar en

el entorno más frío del escroto). En mujeres, el conducto (más pequeño) permite que el ligamento redondo del útero pase desde el útero a los labios mayores.

El conducto mide cerca de 4 cm de longitud en el adulto y se extiende desde el anillo inguinal profundo, un agujero en la fascia transversal, inferomedialmente al anillo inguinal superficial, un agujero en la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen (véanse [figs. 6-11](#) y [6-15](#)). Se ubica paralelo e inmediatamente superior al ligamento inguinal. En el neonato, el anillo inguinal profundo se localiza casi inmediatamente posterior al anillo superficial, por lo que el conducto es considerablemente más corto en esta etapa. Más tarde, como resultado del crecimiento, el anillo inguinal profundo se desplaza lateralmente.

El **anillo inguinal profundo**, una abertura ovalada en la fascia transversal, se localiza cerca de 1,3 cm superior al ligamento inguinal en el punto medio entre la espina ilíaca anterior superior y la sínfisis del pubis (véanse [figs. 6-11](#) y [6-15](#)). Los vasos epigástricos inferiores, que discurren superiormente desde los vasos ilíacos externos, yacen mediales al anillo profundo. Los bordes del anillo sirven como sitios de inserción para la **fascia espermática interna** (o para el revestimiento interno del ligamento redondo del útero).

El **anillo inguinal superficial** es una apertura en forma de triángulo en la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen, ubicado superomedialmente al tubérculo del pubis (véanse [figs. 6-10](#), [6-12](#) y [6-15](#)). Los bordes del anillo, en ocasiones llamados **pilares**, sirven como puntos de inserción para la **fascia espermática externa**.

Un problema usual entre los estudiantes es que los anillos no pueden observarse como aberturas verdaderas. Debe recordarse que la fascia espermática interna está unida a los bordes del anillo inguinal profundo, y que la fascia espermática externa se inserta en los bordes del anillo inguinal superficial. Por ello, los bordes de los anillos no pueden observarse externamente. Esta situación es comparable a cuando se observan las aberturas para los dedos en un guante desde el interior; estas aberturas no pueden observarse si se mira el guante desde el exterior.

Paredes

El conducto inguinal posee cuatro paredes: anterior, posterior, superior (techo) e inferior (suelo).

- **Pared anterior.** Está formada por la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen y reforzada lateralmente por el origen del músculo oblicuo interno del abdomen desde el ligamento inguinal (véanse [figs. 6-10](#) y [6-15](#)). La pared es más resistente donde se corresponde con la parte más débil de la pared posterior, es decir, el anillo inguinal profundo.
- **Pared posterior.** Está formada medialmente por el tendón conjunto y lateralmente por la fascia transversal (véanse [figs. 6-11](#) y [6-15](#)). La pared es más resistente donde se corresponde con la parte más débil de la pared anterior, es decir, el anillo inguinal superficial.
- **Pared superior (techo).** Está formada por los arcos musculoaponeuróticos de los músculos oblicuo interno y transversal del abdomen (véase [fig. 6-14](#)).
- **Pared inferior (suelo).** Está formada por el surco del ligamento inguinal replegado y, medialmente, por el ligamento lacunar (véase [fig. 6-14](#)).

Mecánica

El conducto inguinal es un sitio de debilidad potencial en ambos sexos. Resulta interesante considerar cómo el diseño del conducto inguinal trata de reducir esta debilidad:

1. Con excepción del recién nacido, el conducto es un paso oblicuo con las porciones más débiles (los anillos superficial y profundo) separadas.
2. Las fibras del músculo oblicuo interno del abdomen inmediatamente anteriores al anillo inguinal profundo refuerzan la pared anterior del conducto.
3. El resistente tendón conjunto, inmediatamente posterior al anillo superficial, refuerza la pared posterior del conducto.
4. Al toser o ejercer presión, como al orinar, defecar o durante el parto, se contraen las fibras arqueadas inferiores de los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen, por lo que se aplanan el techo arqueado y este desciende hacia el suelo. De hecho, el techo puede comprimir el contenido del conducto contra el suelo, de manera que el conducto se cierre virtualmente ([fig. 6-24](#)).
5. Cuando es necesario realizar grandes esfuerzos, como en la defecación y el parto, la persona asume de manera instintiva una posición en cuclillas; las articulaciones de la cadera se flexionan y las caras anteriores de los muslos se aproximan a la pared abdominal anterior. En estos casos, la porción inferior de la pared abdominal anterior es protegida por los muslos ([véase fig. 6-24](#)).

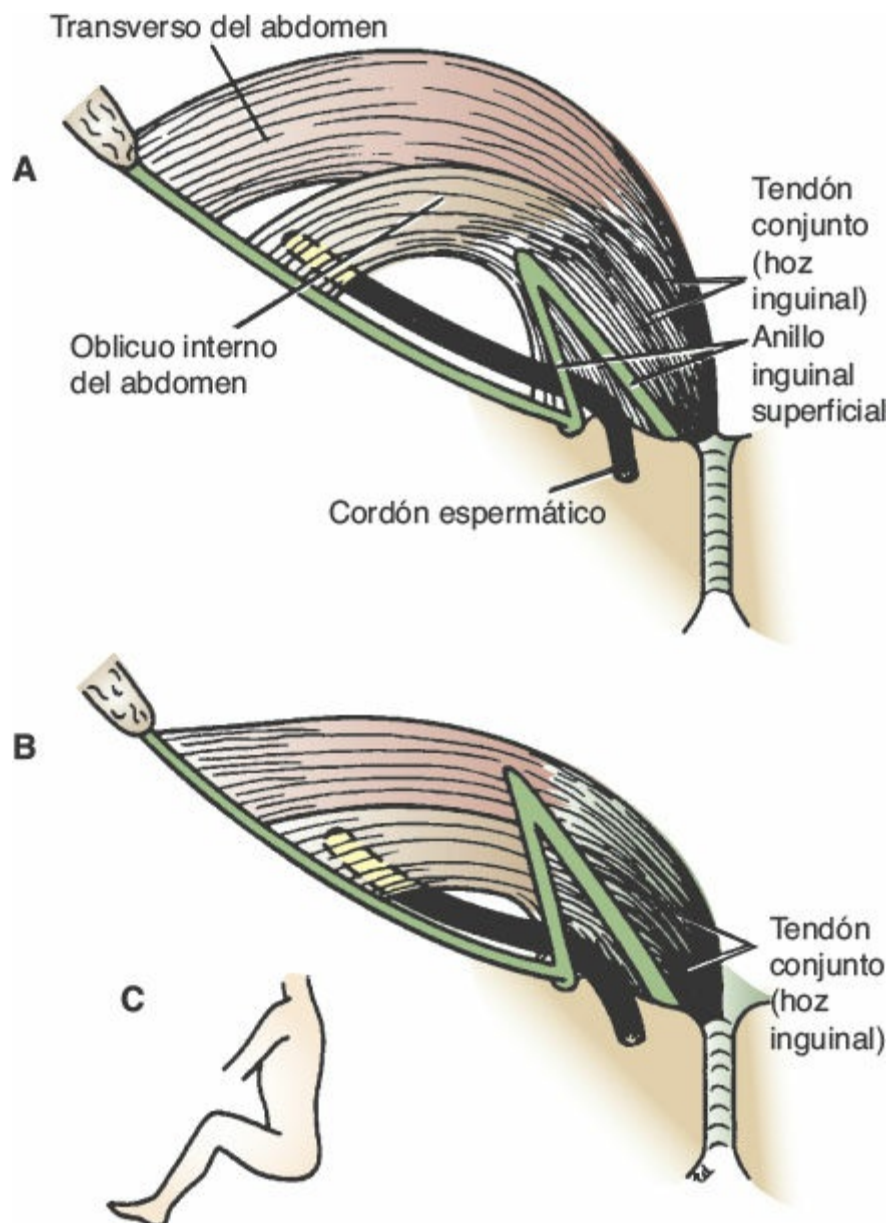


Figura 6-24. Acción de las láminas musculares del conducto inguinal. **A.** Músculos relajados. **B.** Músculos contraídos. Obsérvese que el conducto inguinal se cierra cuando los músculos se contraen. **C.** Nótese que la cara anterior del muslo protege la región inguinal cuando la persona está en posición de cuclillas.

Cordón espermático

El cordón espermático es un conjunto de estructuras que pasan a través del conducto inguinal a, y desde, los testículos (fig. 6-26; véase también fig. 6-15). Comienza en el anillo inguinal profundo lateral a la arteria epigástrica inferior, y termina en los testículos.

Estructuras

Las estructuras del cordón espermático son las siguientes:

- Conducto deferente
- Arteria testicular
- Venas testiculares (plexo pampiniforme)
- Vasos linfáticos testiculares
- Nervios autónomos
- Vestigios del proceso vaginal
- Ramo genital del nervio genitofemoral

Conducto deferente

El conducto deferente es una estructura tubular ubicada en la cara posterior del cordón espermático (véanse figs. 6-12 y 6-26). Puede palparse entre el dedo índice y el pulgar en la porción superior del escroto. Forma un conducto muscular de pared gruesa que transporta los espermatozoides desde el epidídimo hasta la uretra.

Arteria testicular

Una rama de la aorta abdominal larga y delgada a nivel de la vértebra L2, la arteria testicular, desciende sobre la pared abdominal posterior. Atraviesa el conducto inguinal e irriga los testículos y el epidídimo (véase fig. 6-26).



Notas embriológicas

Desarrollo del conducto inguinal

Un divertículo peritoneal denominado **proceso vaginal** se forma antes de que los testículos y los ovarios desciendan desde su origen en la porción superior de la pared abdominal posterior (L1) (fig. 5-25). El proceso vaginal pasa a lo largo de las capas de la porción inferior de la pared abdominal anterior y, a medida que lo hace, adquiere un revestimiento tubular procedente de cada capa. Atraviesa la fascia transversal en el anillo inguinal profundo y obtiene un revestimiento tubular, la **fascia espermática interna** (véase fig. 6-11). A medida que pasa a través de la porción inferior del músculo oblicuo interno del abdomen, recoge algunas de las fibras inferiores para crear el **músculo cremáster**. Las fibras musculares se encierran dentro de la fascia, por lo que la segunda vaina tubular se conoce como **fascia cremastérica** (véase fig. 6-11). El proceso vaginal pasa inferior a las fibras arqueadas del músculo transverso del abdomen, por lo que **no obtiene** un revestimiento de

esta capa del abdomen. Al alcanzar la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen, se evagina para formar el anillo inguinal superficial y obtiene un tercer revestimiento de fascia, la **fascia espermática externa** (véanse figs. 6-11 y 6-12). El conducto inguinal se forma de la misma manera en ambos sexos (en la mujer, el término *fascia espermática* debería sustituirse por el de *revestimiento del ligamento redondo del útero*).

Mientras, una banda de mesénquima, que se extiende desde el polo inferior de las gónadas en desarrollo a través del conducto inguinal hacia la cresta labioescrotal, se condensa y forma el **gubernáculo** (véase fig. 6-25).

En hombres, los testículos descienden a través de la pelvis y el conducto inguinal durante el séptimo y octavo mes de vida fetal. El estímulo normal para el descenso es la testosterona, que es secretada por los testículos fetales. El testículo sigue al gubernáculo y desciende por detrás del peritoneo en la pared abdominal posterior. Entonces, los testículos pasan posteriores al proceso vaginal y llevan consigo su propio conducto, sus vasos sanguíneos y linfáticos y nervios. Los testículos alcanzan su posición final en el escroto en desarrollo al final del octavo mes de gestación.

Debido a que los testículos y sus vasos, conductos y otras estructuras acompañantes siguen el trayecto previamente seguido por el proceso vaginal, todos obtienen las tres mismas coberturas a medida que descienden por el conducto inguinal. Por esta razón, son tres las capas concéntricas de fascia que revisten el cordón espermático: la fascia espermática externa, la fascia cremastérica y la fascia espermática interna.

En mujeres, el ovario desciende hacia la pelvis siguiendo el gubernáculo (véase fig. 6-25). Este último se une a los lados del útero en desarrollo; las gónadas no descienden más. La porción del gubernáculo que se extiende desde el útero hacia los labios mayores en desarrollo persiste como el ligamento redondo del útero. Por lo tanto, en mujeres, las únicas estructuras que pasan a través del conducto inguinal desde la cavidad abdominal son el ligamento redondo del útero y algunos vasos linfáticos. Estos últimos transportan una pequeña cantidad de linfa del cuerpo del útero a los nódulos inguinales superficiales.

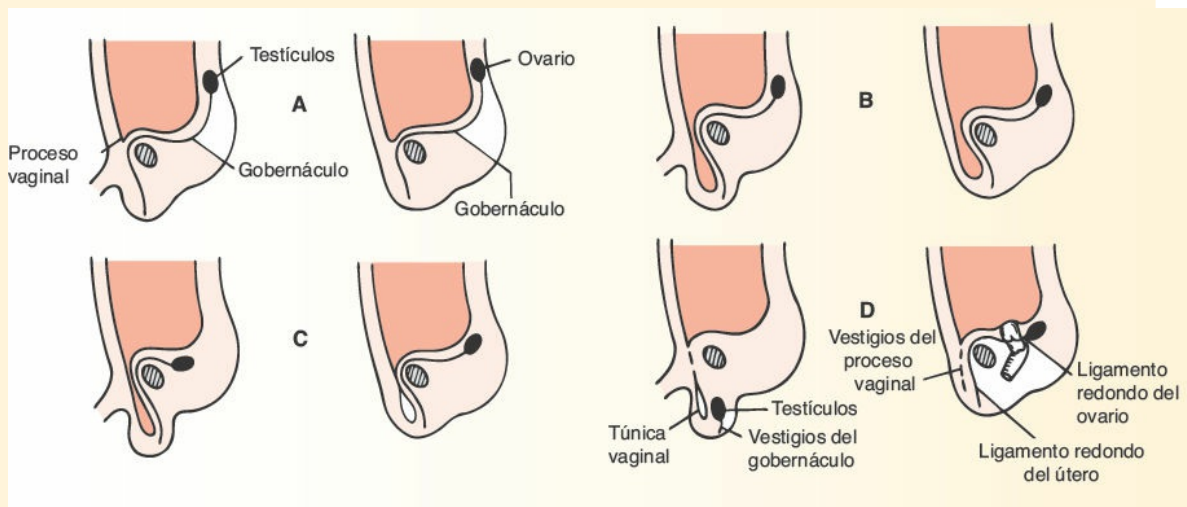


Figura 6-25. Origen (A), desarrollo (B,C) y destino (D) del proceso vaginal en ambos sexos. Obsérvese el descenso de los testículos en el escroto y de los ovarios hacia la pelvis.

Venas testiculares

Un gran plexo venoso, el **plexo pampiniforme**, abandona los testículos por el borde posterior (véase fig. 6-26). A medida que el plexo asciende, disminuye su tamaño de manera que, a nivel del anillo inguinal profundo, se forma una sola vena testicular. Esta asciende por la pared abdominal posterior y drena en la vena renal izquierda en el lado izquierdo y en la vena cava inferior en el lado derecho.

Vasos linfáticos

Los vasos linfáticos testiculares ascienden por el conducto inguinal y pasan sobre la pared abdominal posterior para alcanzar los nódulos linfáticos lumbares (paraaórticos) en ambos lados de la aorta a nivel de la vértebra L1.

Nervios autónomos

Las fibras simpáticas discurren junto con la arteria testicular desde los plexos simpáticos renal y aórtico. Los nervios sensitivos aferentes acompañan las fibras simpáticas eferentes.

Proceso vaginal

Los vestigios del proceso vaginal se localizan dentro de la médula espinal (véase más adelante).

Ramo genital del nervio genitofemoral

Este nervio inerva el músculo cremáster (véase [fig. 6-26](#); véase también [cap. 7](#), *Nervios de la pared abdominal posterior*).

Revestimiento del cordón espermático (fascia espermática)

Las coberturas del cordón espermático son tres capas concéntricas de fascia derivadas de capas de la pared abdominal anterior. Cada una de las coberturas se forma a medida que el proceso vaginal desciende hacia el escroto a través de las capas de la pared abdominal (véase [fig. 6-25](#)). Véase *Notas embriológicas, Desarrollo del conducto inguinal*, para una explicación más detallada del desarrollo de la fascia espermática:

- **Fascia espermática externa** derivada de la aponeurosis del oblicuo externo del abdomen y unida a los bordes del anillo inguinal superficial.
- **Fascia cremastérica** derivada del músculo oblicuo interno.
- **Fascia espermática interna** derivada de la fascia transversal y unida a los bordes del anillo inguinal profundo.

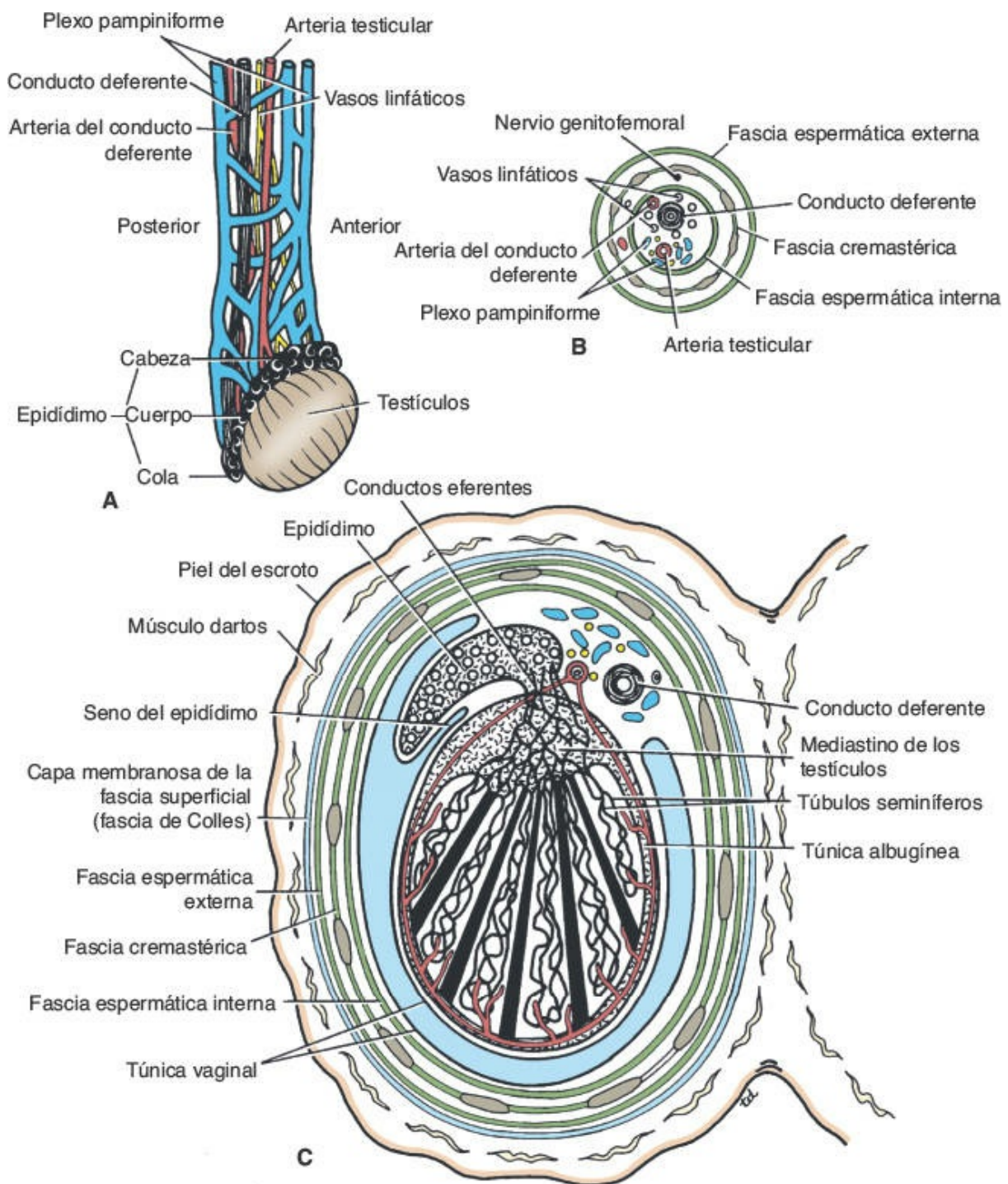


Figura 6-26. Testículos, epidídimo, cordón espermático y escroto. **A.** Cordón espermático y testículos. **B.** Sección transversal del cordón espermático y su fascia. **C.** Testículo y epidídimo en una sección transversal.



Notas clínicas

Vasectomía

La *vasectomía bilateral* es una cirugía sencilla de esterilización masculina. Consiste en una pequeña incisión bajo anestesia local en la parte superior de la pared escrotal, sección de los conductos deferentes y ligadura de ambos extremos. Puede haber espermatozoides en las primeras eyaculaciones tras la cirugía, pero solo es un proceso de vaciamiento. El líquido seminal se

compone de secreciones de las vesículas seminales y la próstata, que aún pueden ser eyaculadas.

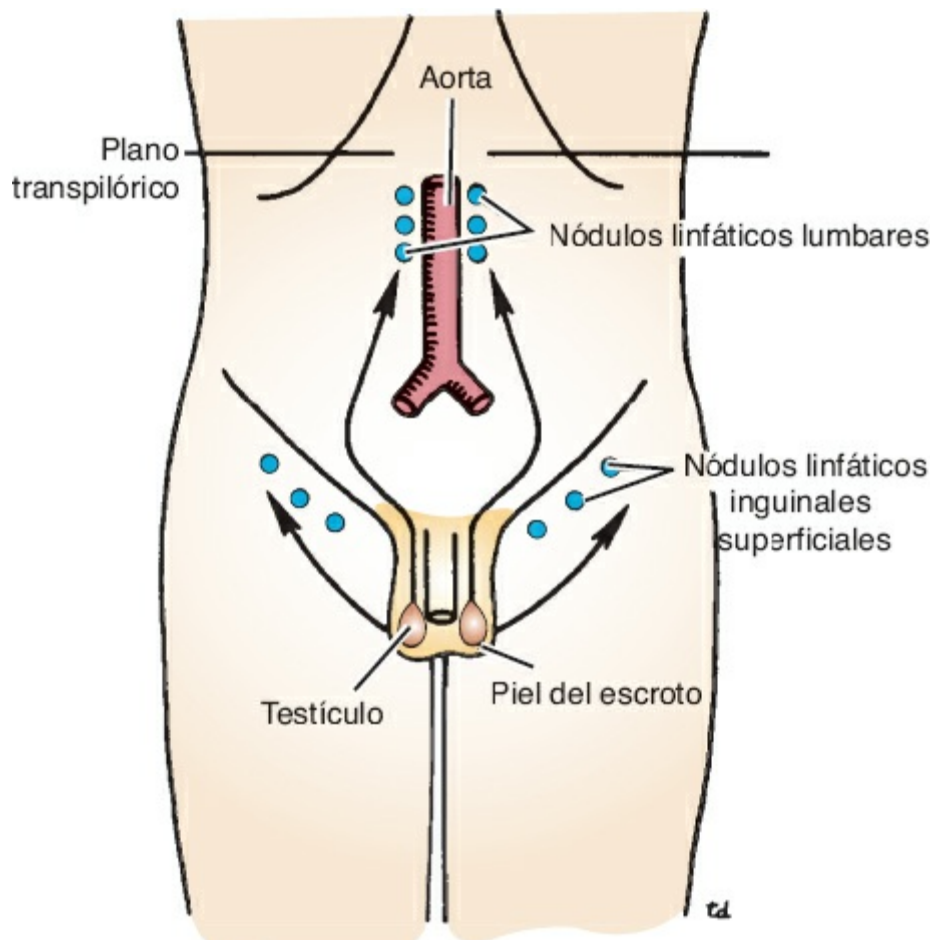


Figura 6-27. Drenaje linfático de los testículos y la piel del escroto.

Escroto, testículos y epidídimo

El *escroto* es un saco de la porción inferior de la pared abdominal anterior. Contiene los testículos, los epidídimos y los extremos inferiores de los cordones espermáticos (véanse [figs. 6-11](#), [6-12](#) y [6-26](#)).

Escroto

La pared del escroto posee cuatro capas:

- Piel
- Fascia superficial
- Fascia espermática
- Túnica vaginal

Piel

La piel del escroto es delgada, pigmentada y con pliegues, y forma una sola bolsa. Un surco ligeramente elevado en la línea media indica la línea de fusión de las dos prominencias labioescrotales (en la mujer, estas no se unen y forman los labios mayores).

Fascia superficial

Esta fascia se continúa con las capas adiposa y membranosa de la pared abdominal anterior. No obstante, la grasa es reemplazada por fibras de músculo liso (**músculo dartos**). Este es inervado por fibras nerviosas simpáticas y es responsable de los pliegues de la piel suprayacente. La capa membranosa de la fascia superficial (a menudo denominada *fascia de Colles*) es continua anteriormente con la capa membranosa de la pared abdominal anterior (fascia de Scarpa), y posteriormente está unida con el cuerpo perineal y el borde posterior de la membrana perineal (véase [fig. 6-8](#)). A los lados, se une a las ramas isquiopúbicas. Ambas capas de fascia superficial contribuyen a una tabicación media que cruza el escroto y separa los testículos.

Fascias espermáticas

Estas tres capas se ubican inferiores a la fascia superficial y se derivan de las tres capas de la pared abdominal anterior a cada lado, como ya se ha explicado. La fascia espermática externa surge de la aponeurosis del músculo oblicuo externo; la fascia cremastérica se deriva del músculo oblicuo interno; finalmente, la fascia espermática interna se deriva de la fascia transversal.

Puede provocarse la contracción del músculo cremáster tocando con cuidado la piel de la cara medial del muslo. Se trata del **reflejo cremastérico**. Las fibras aferentes de este reflejo viajan por el ramo femoral del nervio genitofemoral (L1 y L2), y las fibras nerviosas motoras eferentes viajan por el ramo genital del nervio genitofemoral. La función del músculo cremáster es elevar los testículos y el escroto para proporcionar calor y protección contra lesiones. Para mayor información sobre la temperatura y la fertilidad, véase más adelante.

Túnica vaginal

La túnica vaginal se ubica dentro de la fascia espermática y reviste las caras anterior, medial y lateral de ambos testículos (véanse [figs. 6-11](#), [6-12](#) y [6-26](#)). Es la porción más inferior y alar-gada del proceso vaginal; normalmente, antes del nacimiento, se separa de la porción superior del proceso y la cavidad peritoneal. La túnica vaginal, por lo tanto, es un saco ciego invaginado posteriormente por el testículo.

Drenaje linfático escrotal

La linfa de la piel y la fascia, incluyendo la túnica vaginal, drena en los nódulos linfáticos inguinales superficiales (véase [fig. 6-27](#)). No obstante, la linfa de los testículos drena superiormente hacia los nódulos lumbares, donde se originaron los testículos.

Testículos

Los *testículos* son unos órganos firmes y móviles ubicados en el interior del escroto (véanse [figs. 6-12](#) y [6-26](#)). El testículo izquierdo suele localizarse más inferiormente que el derecho. La **túnica albugínea**, una cápsula fibrosa

resistente, rodea a cada testículo.

Varios **septos fibrosos** se extienden desde la superficie interna de la cápsula y dividen el interior del órgano en lobulillos. Dentro de cada lobulillo se localizan de uno a tres **túbulos seminíferos**. Los túbulos se abren hacia una red de conductos denominada **red testicular**. Varios conductos eferentes pequeños conectan la red testicular con el extremo superior del epidídimo (véase fig. 6-26).

La espermatogénesis normal solo ocurre si los testículos están a una temperatura menor que la de la cavidad abdominal. Cuando se localizan en el escroto, están a una temperatura 3 °C menor que la abdominal. El control de la temperatura testicular en el escroto aún no se comprende del todo, pero el área de superficie de la piel escrotal puede variar de forma refleja a la contracción de los músculos dartos y cremáster. Las venas testiculares en el cordón espermático que forman el plexo pampiniforme, junto con las ramas de las arterias testiculares ubicadas cerca de las venas, probablemente ayuden a estabilizar la temperatura de los testículos a través de un mecanismo de intercambio de calor a contracorriente. A través de este mecanismo, la sangre caliente que llega a la arteria desde el abdomen cede calor a la sangre que asciende al abdomen por las venas.

Epidídimo

El *epidídimo* es una estructura firme que se localiza de forma posterior a los testículos; el conducto deferente se encuentra en el borde medial (véase fig. 6-26). Posee una porción superior ensanchada (la **cabeza**), un **cuerpo** y una **cola** aguda en la porción inferior. Lateralmente, entre el testículo y el epidídimo, se observa una hendidura recubierta por la capa visceral interna de la túnica vaginal, la cual se denomina **seno del epidídimo**.

El epidídimo es un conducto muy enrollado que mide cerca de 6 m de largo; está envuelto en tejido conjuntivo. El conducto emerge desde la cola del epidídimo como conducto deferente, que entra en el cordón espermático.

La gran longitud del conducto del epidídimo sirve de espacio de almacenamiento para los espermatozoides y permite que maduren. Una de las funciones más importantes del epidídimo es la absorción de líquido. Otra de sus funciones es la adición de sustancias al líquido seminal para nutrir a los espermatozoides en maduración.

Irrigación de los testículos y el epidídimo

La **arteria testicular** es una rama de la aorta abdominal. Las venas testiculares emergen de los testículos y el epidídimo como una red venosa, el **plexo pampiniforme**. Las venas de esta red confluyen en una sola vena a medida que ascienden por el conducto inguinal. La vena testicular derecha drena en la vena cava inferior, mientras que la vena izquierda se une con la vena renal izquierda.

Drenaje linfático de los testículos y el epidídimo

Los vasos linfáticos (véase [fig. 6-27](#)) ascienden por el cordón espermático hasta los nódulos linfáticos laterales a la aorta (lumbares o paraaórticos) al nivel de la vértebra L1 (es decir, a nivel del plano transpilórico). Esta distribución es predecible debido a que, durante el desarrollo, el testículo migra en dirección inferior desde la porción superior de la pared abdominal, a través del conducto inguinal y hacia el escroto trayendo consigo su suministro de sangre y vasos linfáticos.

Labios mayores

Los *labios mayores* son prominentes pliegues cutáneos con vello que se derivan del crecimiento de las prominencias labioescrotales del feto. En hombres, estas prominencias se fusionan en la línea media para formar el escroto. Los labios mayores están rellenos de tejido adiposo y de las ramas terminales de los ligamentos redondos del útero.



Notas clínicas

Varicocele

El *varicocele* es una alteración en la que las venas del plexo pampiniforme se estiran y dilatan. Es una alteración frecuente entre adolescentes y adultos jóvenes; la mayoría de las veces se presenta en el lado izquierdo. Se considera que esta preferencia por el lado izquierdo se debe a que la vena testicular derecha se une con la vena cava inferior, que tiene menos presión, mientras que la vena izquierda se une con la vena renal izquierda, que posee una presión mayor. Aunque es raro, una enfermedad maligna del riñón puede diseminarse a lo largo de la vena renal y bloquear la salida de la vena testicular. Por lo tanto, un varicocele del lado izquierdo de rápido desarrollo debería conducir a la valoración del riñón izquierdo.

Tumores malignos del testículo

Los tumores malignos del testículo pueden diseminarse superiormente a través de los vasos linfáticos hacia los nódulos linfáticos lumbares (paraaórticos) a nivel de la vértebra L1. Solo más tarde, cuando el tumor se esparce localmente para afectar los tejidos y la piel del escroto, los nódulos linfáticos inguinales superficiales pueden verse afectados.

Torsión testicular

La *torsión testicular* es la rotación del testículo alrededor del cordón espermático dentro del escroto. A menudo se asocia con una túnica vaginal excesivamente grande. La torsión habitualmente se presenta en hombres jóvenes y niños activos; se acompaña de dolor intenso. De no ser tratada con rapidez, la arteria testicular puede resultar obstruida y causar necrosis del testículo.

Proceso vaginal

Anteriormente se describió el desarrollo del proceso vaginal, así como su paso por la porción inferior del abdomen, junto con la formación del conducto inguinal en ambos sexos. Habitualmente, la porción superior se oblitera justo antes del nacimiento, y la porción inferior permanece como la túnica vaginal.

Este proceso puede sufrir las siguientes anomalías congénitas frecuentes:

1. Puede persistir parcialmente o por completo como un **saco herniario preformado** para una hernia inguinal indirecta ([fig. 6-28C](#)).
2. Puede estrecharse aún más, pero la luz aún posee comunicación con la cavidad abdominal.

Puede acumularse líquido peritoneal y conducir a un **hidrocele congénito** (véase fig. 6-28A).

3. Los extremos superior e inferior del proceso pueden cerrarse y formar una pequeña área quística intermedia que se denomina **hidrocele enquistado del cordón** (véase fig. 6-28B).

La túnica vaginal está estrechamente relacionada con la parte anterior y lateral de los testículos. Por lo tanto, no es de extrañar que la inflamación del testículo pueda causar la acumulación de líquido en la túnica vaginal. Ello se conoce como **hidrocele** (fig. 6-29). La mayoría de los hidroceles son idiopáticos.

Con el objetivo de eliminar el exceso de líquido de la túnica vaginal, se lleva a cabo un procedimiento conocido como **punción de hidrocele**, en el cual se introduce un trocar y una cánula a través de la piel del escroto (véase fig. 6-29B). La cánula atraviesa las siguientes estructuras anatómicas: la piel, el músculo dartos y la capa membranosa de la fascia (fascia de Colles), la fascia espermática externa, la fascia cremastérica, la fascia espermática interna y la capa parietal de la túnica vaginal.

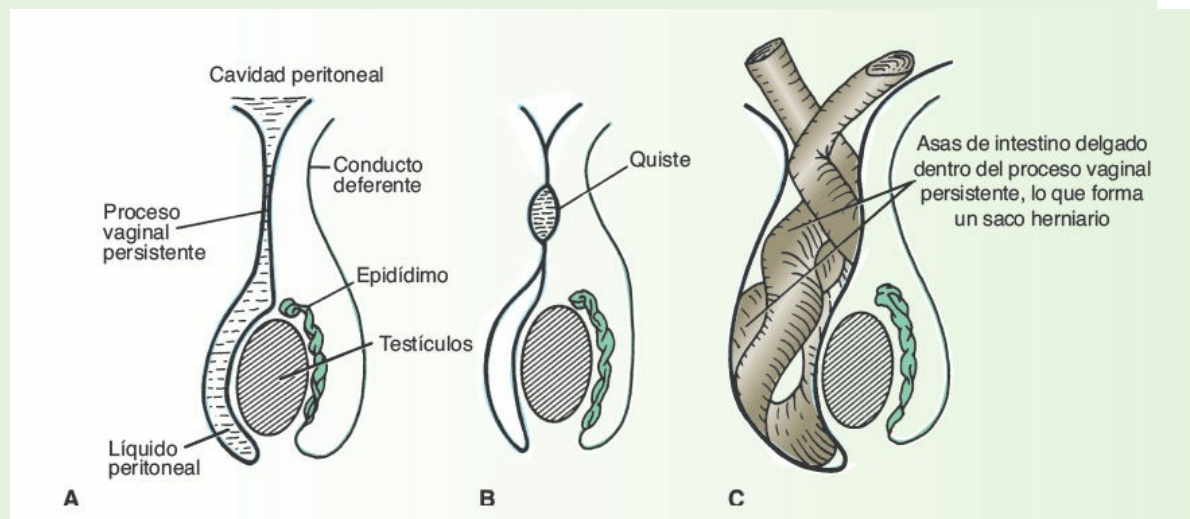


Figura 6-28. Anomalías congénitas frecuentes del proceso vaginal. **A.** Hidrocele congénito. **B.** Hidrocele enquistado del cordón. **C.** Saco herniario preformado para una hernia inguinal indirecta.

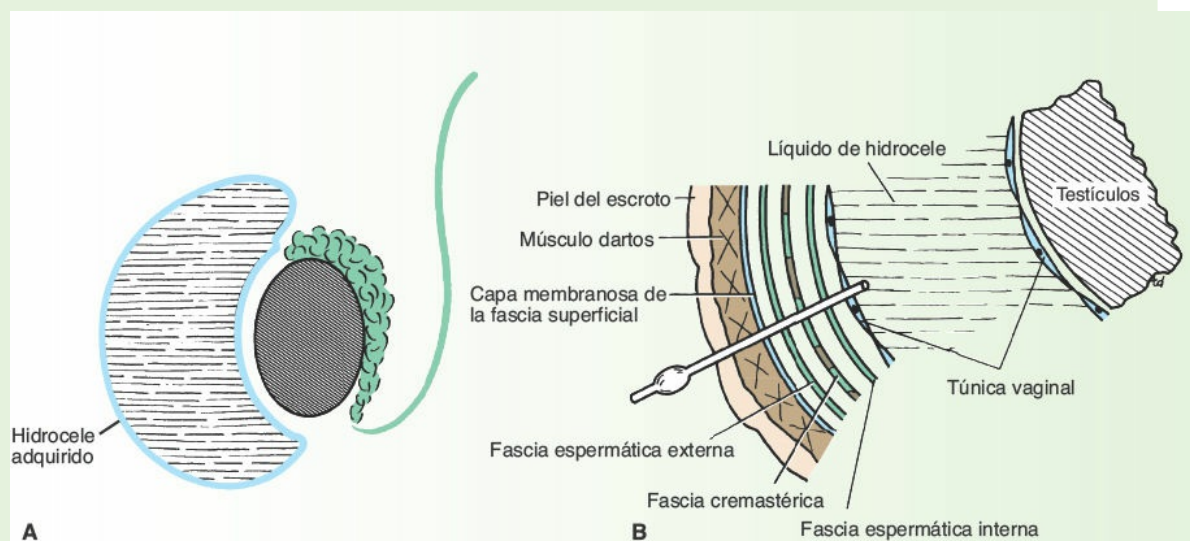


Figura 6-29. Hidrocele testicular. **A.** Túnica vaginal distendida con líquido (hidrocele). **B.** Las diversas capas anatómicas que atraviesa un trocar y una cánula cuando se punciona un hidrocele.



Notas embriológicas

Desarrollo del testículo

El cromosoma sexual masculino hace que la cresta genital secrete testosterona e induzca el desarrollo del testículo y otros órganos genitales internos y externos.

Los **cordones sexuales** de la cresta genital se separan del epitelio celómico mediante la proliferación del mesénquima (fig. 6-30). La porción exterior del mesénquima se condensa para constituir una capa densa y fibrosa, la **túnica albugínea**. Los cordones sexuales adquieren una forma de "U" y componen los **túbulos seminíferos**. Los extremos libres de los conductos forman los **túbulos rectos**, los cuales se unen unos con otros en el mediastino del testículo para formar la **red testicular**. Las células sexuales primigenias en los túbulos seminíferos forman las **espermatogonias**; las células de los cordones sexuales forman las **células de Sertoli**. El mesénquima de la gónada en desarrollo constituye el tejido conjuntivo y los tabiques fibrosos. Las **células intersticiales**, las cuales ya secretan testosterona, también se forman a partir de mesénquima. La red testicular se canaliza, y los túbulos se extienden hacia el tejido mesonéfrico, donde se unen con vestigios de los túbulos mesonéfricos; estos últimos se convierten en **conductos eferentes** del testículo. El conducto mesonéfrico forma el **conducto del epidídimo**, el **conducto deferente**, la **vesícula seminal** y el **conducto eyaculador** (véase fig. 6-30).

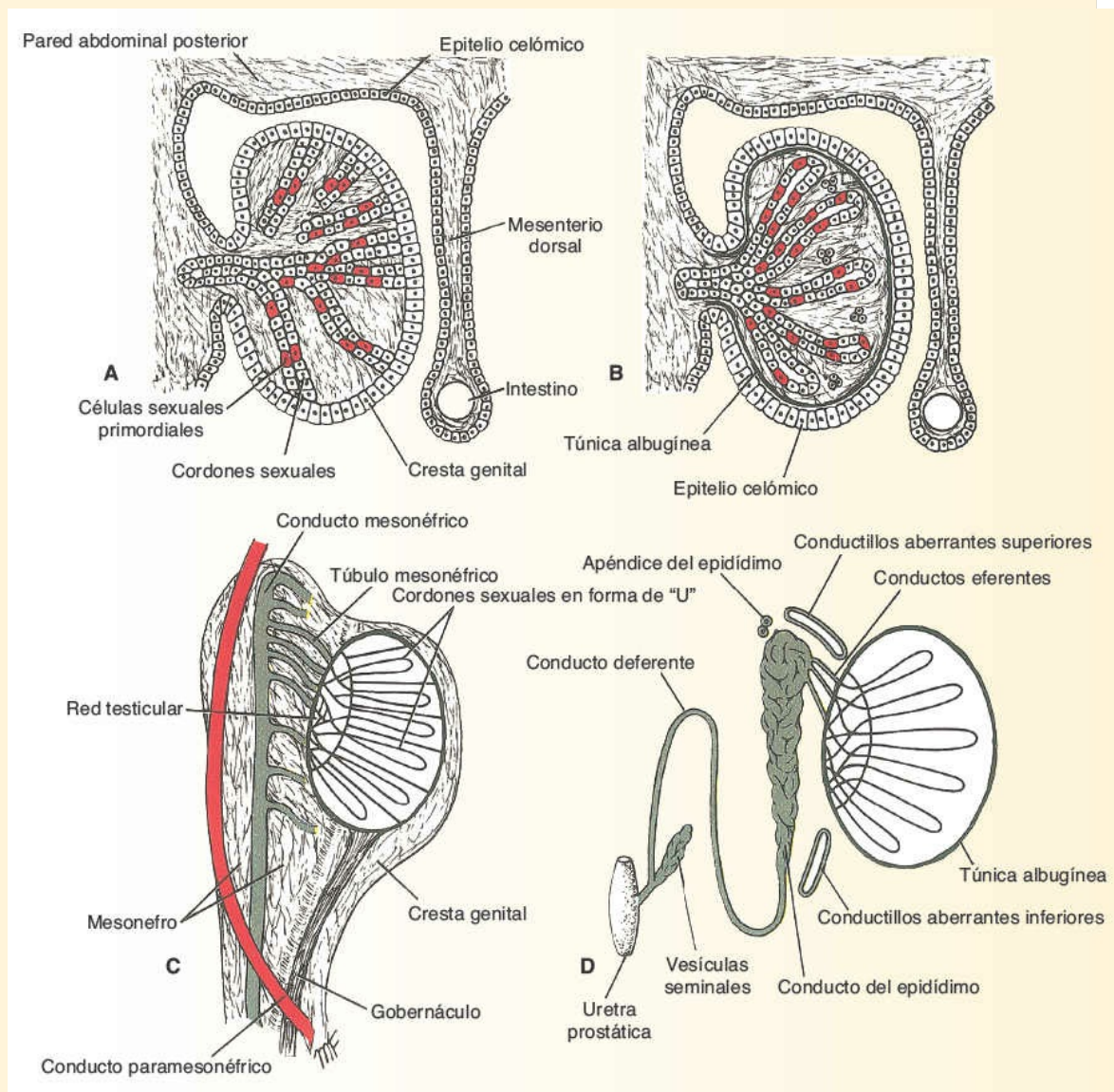


Figura 6-30. La formación (A), el desarrollo (B,C) y el destino (D) de los testículos y sus conductos.

Descenso testicular

El testículo se desarrolla en la porción superior de la pared abdominal posterior, y al final de la vida fetal desciende posterior al peritoneo llevando consigo su propio aporte sanguíneo, nervioso y linfático. El proceso de descenso de los testículos se muestra en la [figura 6-25](#).

Anomalías congénitas

Los testículos pueden sufrir las siguientes anomalías congénitas:

- **Inversión anterior**, en la que el epidídimo se localiza anteriormente y los testículos y la túnica vaginal se ubican posteriormente.
- **Inversión polar**, en la que el testículo y el epidídimo están completamente invertidos.
- **Descenso imperfecto (criptorquidia). Descenso incompleto** ([fig. 6-31](#)) en el que el testículo, en el trayecto por su vía normal, no logra alcanzar el suelo del escroto. Es posible que se encuentre dentro del abdomen, dentro del conducto inguinal, en el anillo inguinal superficial o en la porción superior del escroto.
- **Anomalías del descenso** ([fig. 6-32](#)), en las que el testículo desciende a través de una vía anómala y no alcanza el escroto. Es posible que se encuentre en la fascia superficial de la pared abdominal anterior sobre el ligamento inguinal, por delante del pubis, en el perineo o en el muslo.

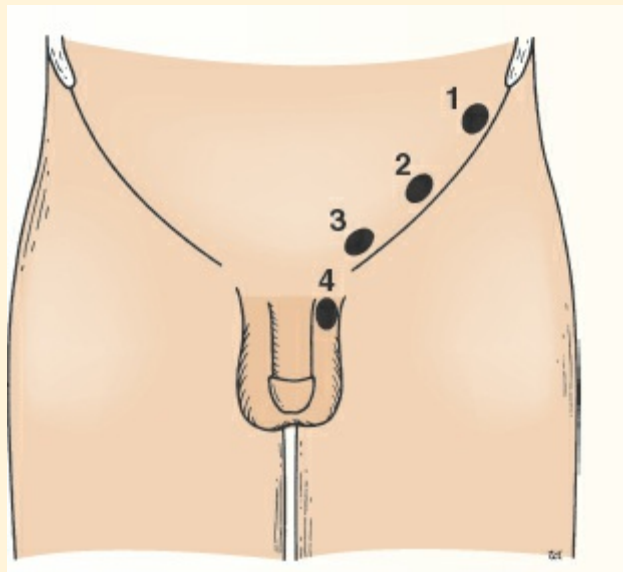


Figura 6-31. Los cuatro grados de descenso incompleto del testículo. 1) En la cavidad abdominal cerca del anillo inguinal profundo. 2) En el conducto inguinal. 3) En el anillo inguinal superficial. 4) En la porción superior del escroto.

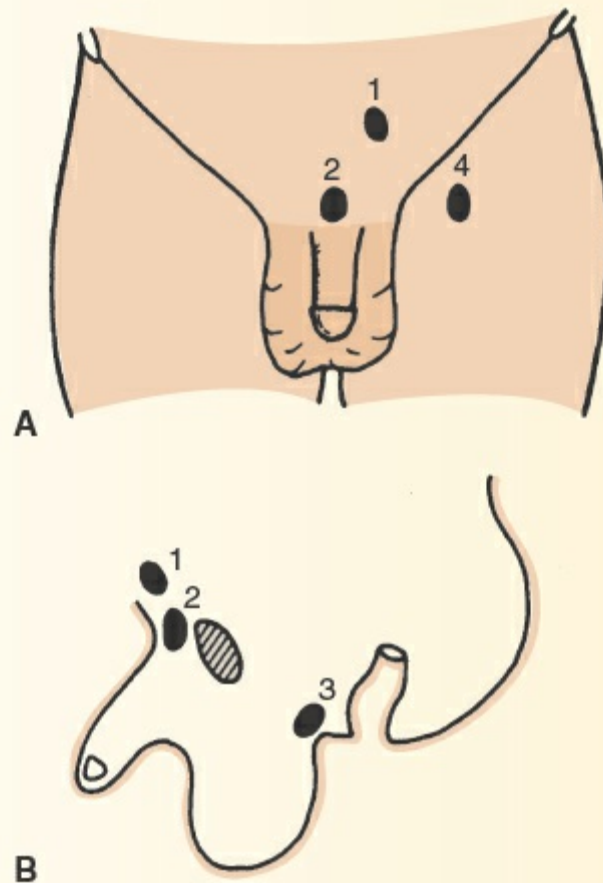


Figura 6-32. Los cuatro tipos de anomalías del descenso testicular.

A. Vista anterior. **B.** Sección sagital. 1) En la fascia superficial de la pared abdominal anterior, sobre el anillo inguinal superficial. 2) En la raíz del pene. 3) En el perineo. 4) En el muslo.

Los testículos deben abandonar la cavidad abdominal debido a que la temperatura en esta localización retrasa el proceso normal de la espermatogénesis. Si un testículo que no ha descendido por completo se desplaza hacia el escroto mediante cirugía antes de la pubertad, este se desarrollará y funcionará de forma normal. Un testículo con mal descenso, aunque en ocasiones se desarrolla normalmente, es susceptible a sufrir lesiones traumáticas; por ello, debe ser trasladado hacia el escroto. Muchas autoridades en medicina consideran que la incidencia de formación tumoral es mayor en testículos que no han descendido hasta el escroto.

El **apéndice del testículo** y el **del epidídimo** son vestigios embrionarios en los polos superiores de estos órganos, los cuales pueden desarrollar quistes. El apéndice testicular deriva de los conductos paramesonéfricos, mientras que el del epidídimo es un vestigio de los conductos mesonéfricos.

PARED ABDOMINAL POSTERIOR

La pared abdominal posterior se forma en la línea media por cinco vértebras lumbares con sus correspondientes discos intervertebrales; en sus laterales, está formada por las duodécimas costillas, la porción superior de la pelvis ósea, los músculo psoas y cuadrado lumbar y las aponeurosis de origen del músculo transverso del abdomen. Los músculos ilíacos se ubican en la porción superior de la pelvis ósea ([fig. 6-33](#); véase también [fig. 6-31](#)).

Músculos

Los músculos de la pared abdominal posterior se resumen en la [tabla 6-2](#).

Músculo psoas mayor

Las fibras del músculo psoas mayor se dirigen inferolateralmente y abandonan el abdomen para entrar en el muslo por detrás del ligamento inguinal (véase [fig. 6-33](#)). El psoas está encerrado en una vaina fibrosa que deriva de la fascia toracolumbar. La vaina se engrosa superiormente para formar el **ligamento arqueado medio**. El **psoas menor** es un músculo pequeño e inconstante que tiene poca relevancia. Cuando está presente (60% de las personas), se localiza en la cara anterior del psoas mayor y se compone principalmente de un tendón largo. Es posible que exista solo unilateralmente.

Músculo cuadrado lumbar

El *cuadrado lumbar* es un músculo plano de forma cuadrangular ubicado junto a la columna vertebral (véase [fig. 6-33](#)). Las fibras discurren superomedialmente para insertarse en el borde inferior de la duodécima costilla y los procesos transversos de las cuatro vértebras lumbares superiores. La cara anterior del músculo está cubierta por fascia toracolumbar, que se engruesa superiormente para formar el **ligamento arqueado lateral** e inferiormente para formar el **ligamento iliolumbar**.

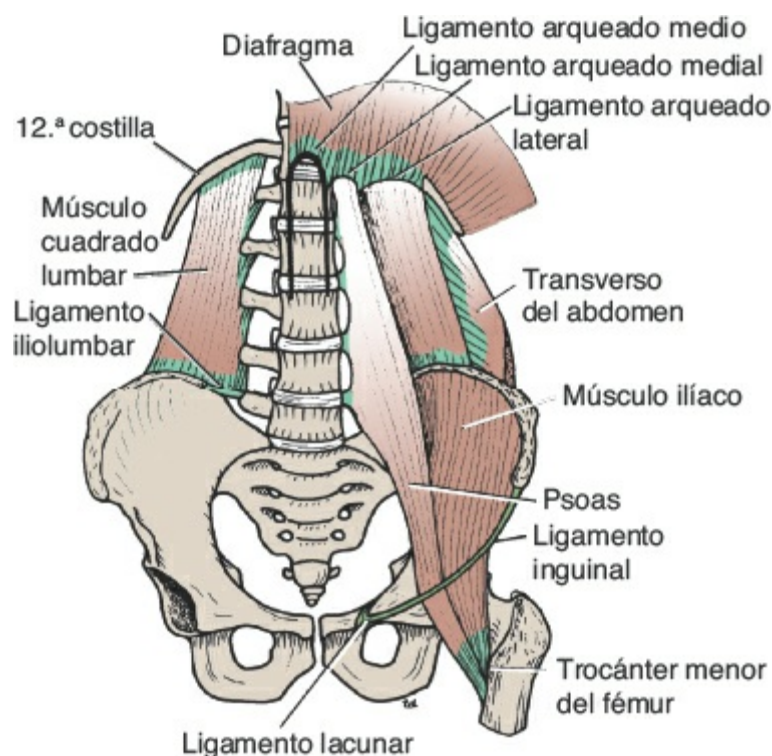


Figura 6-33. Músculos y huesos que forman la pared abdominal posterior.

Músculo transverso del abdomen

El músculo transverso del abdomen se describió antes junto a los músculos de la pared abdominal anterolateral.

Músculo ilíaco

El músculo ilíaco tiene forma de abanico y se origina en la porción superior de la fosa ilíaca (véase [fig. 6-33](#)). Sus fibras se unen al borde lateral del tendón del músculo psoas mayor, y ambos músculos, colectivamente se denominan **iliopsoas**. El músculo iliopsoas es el principal flexor del muslo, o el mayor flexor del tronco hacia los muslos.



Notas clínicas

Fascia del músculo psoas y tuberculosis

La fascia del psoas cubre la cara anterior del músculo psoas, y puede influir en la dirección que toma un absceso debido a tuberculosis. La tuberculosis de la región toracolumbar de la columna vertebral conduce a la destrucción de los cuerpos vertebrales, con la posible extensión de pus por debajo de la fascia del psoas ([fig. 6-34](#)). Desde este punto, el pus desciende a lo largo del trayecto del psoas, y generalmente sale a la superficie como un engrosamiento en la porción superior del muslo, por debajo del ligamento inguinal. Es posible que se confunda con una hernia femoral.

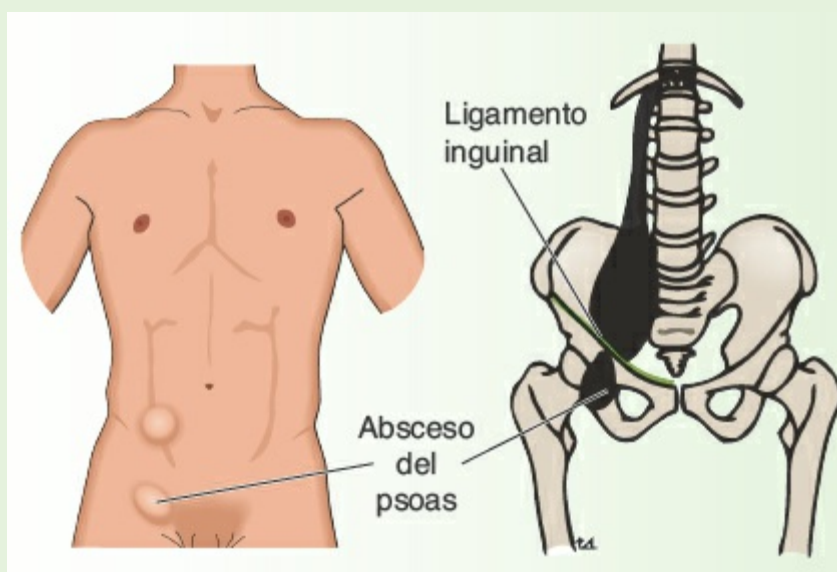


Figura 6-34. Caso de enfermedad tuberculosa avanzada en la región toracolumbar de la columna vertebral. El absceso del psoas origina protuberancias por encima y por debajo del ligamento inguinal derecho.

La **porción posterior del diafragma** también forma una porción de la pared abdominal posterior. El diafragma se describe en el [capítulo 4](#).

Tabla 6-2 Músculos de la pared abdominal posterior

NOMBRE DEL MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculo psoas	Procesos transversos, cuerpos y discos intervertebrales de las vértebras T12 y L5	Con el músculo iliaco hacia el trocánter menor del fémur	Plexo lumbar	Flexiona el muslo sobre el tronco; si el muslo está contraído, flexiona el tronco sobre el muslo, como cuando se adopta la posición sedente (p. ej., al sentarse desde el decúbito supino).
Músculo cuadrado lumbar	Ligamento iliolumbar, cresta iliaca, puntas de los procesos transversos de las vértebras lumbares inferiores	12. ^a costilla	Plexo lumbar	Fija la 12. ^a costilla durante la inspiración; deprime la 12. ^a costilla durante la espiración forzada; flexiona lateralmente la columna vertebral del mismo lado.
Músculo iliaco	Fosa iliaca	Con el psoas dentro del trocánter menor del fémur	Nervio femoral	Flexiona el muslo sobre el tronco; si el muslo está fijo, contrae el tronco sobre el muslo, como al sentarse desde el decúbito supino.



Notas embriológicas

Desarrollo de la pared abdominal

Después de su segmentación, el **mesodermo lateral** (véase [cap. 1, Notas embriológicas](#)) se divide en las capas **somática** y **esplácnica**, que se asocian con el ectodermo y el endodermo, respectivamente ([fig. 6-35](#)). Los músculos de la pared abdominal anterior se derivan del mesodermo somatopleural y mantienen su inervación segmentaria de los ramos anteriores de los nervios espinales. A diferencia del tórax, la disposición segmentaria se pierde debido a la ausencia de costillas, y el mesénquima se fusiona para crear grandes láminas musculares. El músculo recto del abdomen conserva algunas señales de este origen segmentario, como se observa por la presencia de intersecciones tendinosas. El mesodermo somatopleural se divide tangencialmente en tres capas, las cuales componen los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transversos del abdomen. La pared anterior del cuerpo finalmente se cierra en la línea media a los 3 meses de gestación, cuando los extremos derecho e izquierdo se encuentran en la línea media y se fusionan. La línea de fusión del mesénquima forma la **línea alba**; y en ambos lados, los músculos rectos se incluyen en sus respectivas vainas.

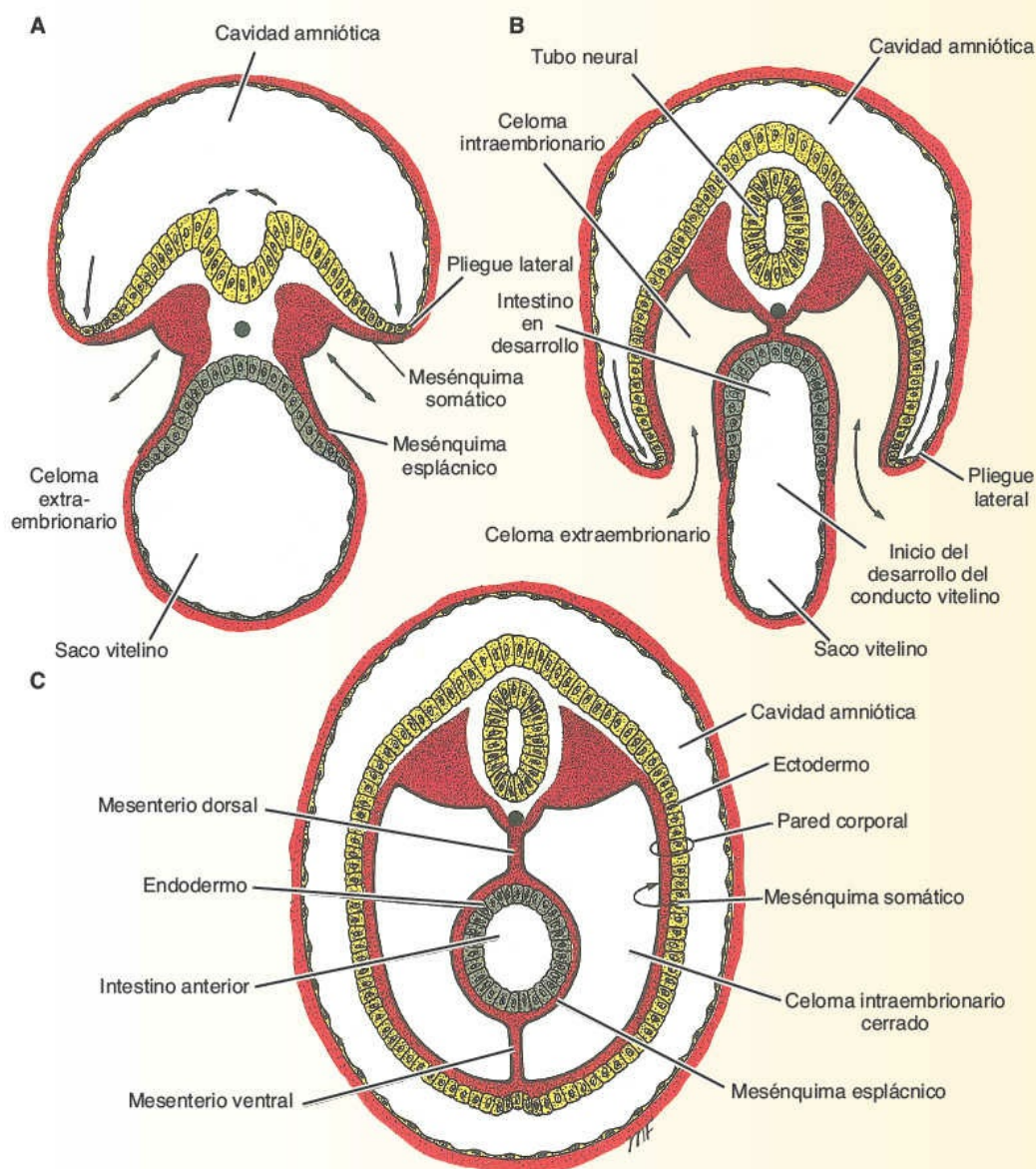


Figura 6-35. Secciones transversales del embrión en diversas etapas del desarrollo que muestra la formación de la pared abdominal y la cavidad peritoneal. **A.** El celoma intraembrionario se encuentra en comunicación libre con el celoma extraembrionario (*flechas dobles*). **B.** Desarrollo de los pliegues laterales del embrión e inicio del cierre del celoma intraembrionario. **C.** Los pliegues laterales del embrión finalmente se fusionan en la línea media, y el celoma intraembrionario, o futura cavidad peritoneal, se cierra. La mayor parte del mesenterio ventral desaparecerá.

Cordón umbilical y desarrollo del ombligo

A medida que se desarrolla el plegamiento caudal del embrión, la unión embrionaria del pedículo embrionario con el extremo caudal del disco embrionario se posiciona en la cara anterior del embrión, cerca de los vestigios del saco vitelino (fig. 6-36). Entonces, el amnios y el corion se fusionan; el amnios envuelve al pedículo embrionario y el saco vitelino con sus vasos, lo que forma el **cordón umbilical**. El núcleo mesenquimatoso del cordón forma el tejido conjuntivo laxo conocido como *gelatina de Wharton*. En su interior, se hallan los vestigios del saco vitelino, el conducto vitelino, los restos del alantoides y los vasos sanguíneos umbilicales.

Los vasos umbilicales están compuestos por dos arterias que transportan sangre desoxigenada desde el feto hacia el corion (más adelante, la placenta). Las dos venas umbilicales llevan sangre oxigenada desde la placenta hacia el feto. La vena derecha involuciona (véase fig. 6-36).

El cordón umbilical es una estructura tortuosa y retorcida que mide cerca de 2 cm de diámetro.

Aumenta su longitud hasta alcanzar alrededor de 50 cm de largo al final del embarazo, es decir, aproximadamente la misma longitud que el futuro bebé.

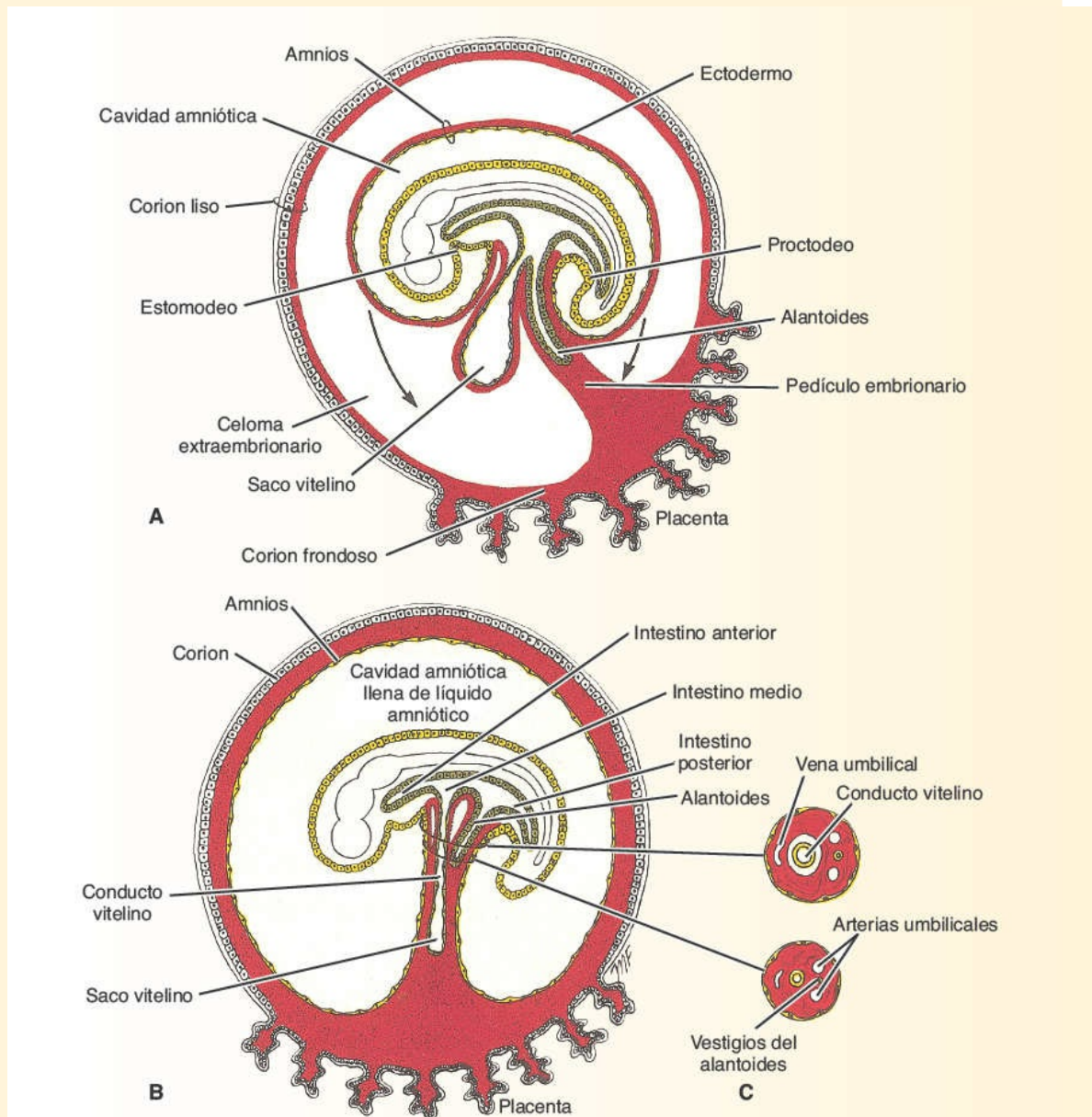


Figura 6-36. Formación del cordón umbilical. **A.** Formación temprana. **B.** Formación tardía. Obsérvese la expansión de la cavidad amniótica (*flechas*) que permite que el cordón quede recubierto de amnios. **C.** Nótese que los vasos umbilicales se reducen a una vena y dos arterias.



Notas clínicas

Cordón umbilical

En el nacimiento, el cordón umbilical se liga cerca del ombligo. Se dejan cerca de 5 cm de cordón entre el ombligo y la ligadura, pues es posible que haya una pequeña porción de intestino a manera de **hernia umbilical** dentro de los vestigios del celoma extraembrionario. Después de la colocación de la ligadura, los vasos umbilicales se constriñen y trombosan. Más tarde, el muñón del cordón se desprende y la cicatriz umbilical se retrae y adquiere la forma del **ombigo**.

Uraco permeable

El **uraco** es el vestigio del **alantoides** del feto (fig. 6-37; véase también fig. 6-36) y habitualmente persiste como un cordón fibroso que discurre desde el vértice de la vejiga hasta el ombligo. En ocasiones, la cavidad del alantoides persiste, y permite que la orina pase desde la vejiga, a través del ombligo, hasta la superficie corporal (véase fig. 6-37). En recién nacidos, suele detectarse cuando se acompaña de una obstrucción uretral congénita. En general, permanece oculta hasta una edad avanzada, cuando el agrandamiento de la próstata puede obstruir la uretra.

Conducto vitelino

En las primeras etapas del desarrollo embrionario, el conducto vitelino conecta el intestino en desarrollo con el saco vitelino (véanse figs. 6-36 y 6-37). A medida que el desarrollo normal continúa, el conducto se oblitera y deja de estar conectado con el intestino delgado; después desaparece. La persistencia del **conducto vitelino** puede provocar una **fístula umbilical fecal** (véase fig. 6-37C). Si el conducto permanece como una banda fibrosa, puede acabar rodeado por un asa intestinal, lo cual provocará una obstrucción intestinal.

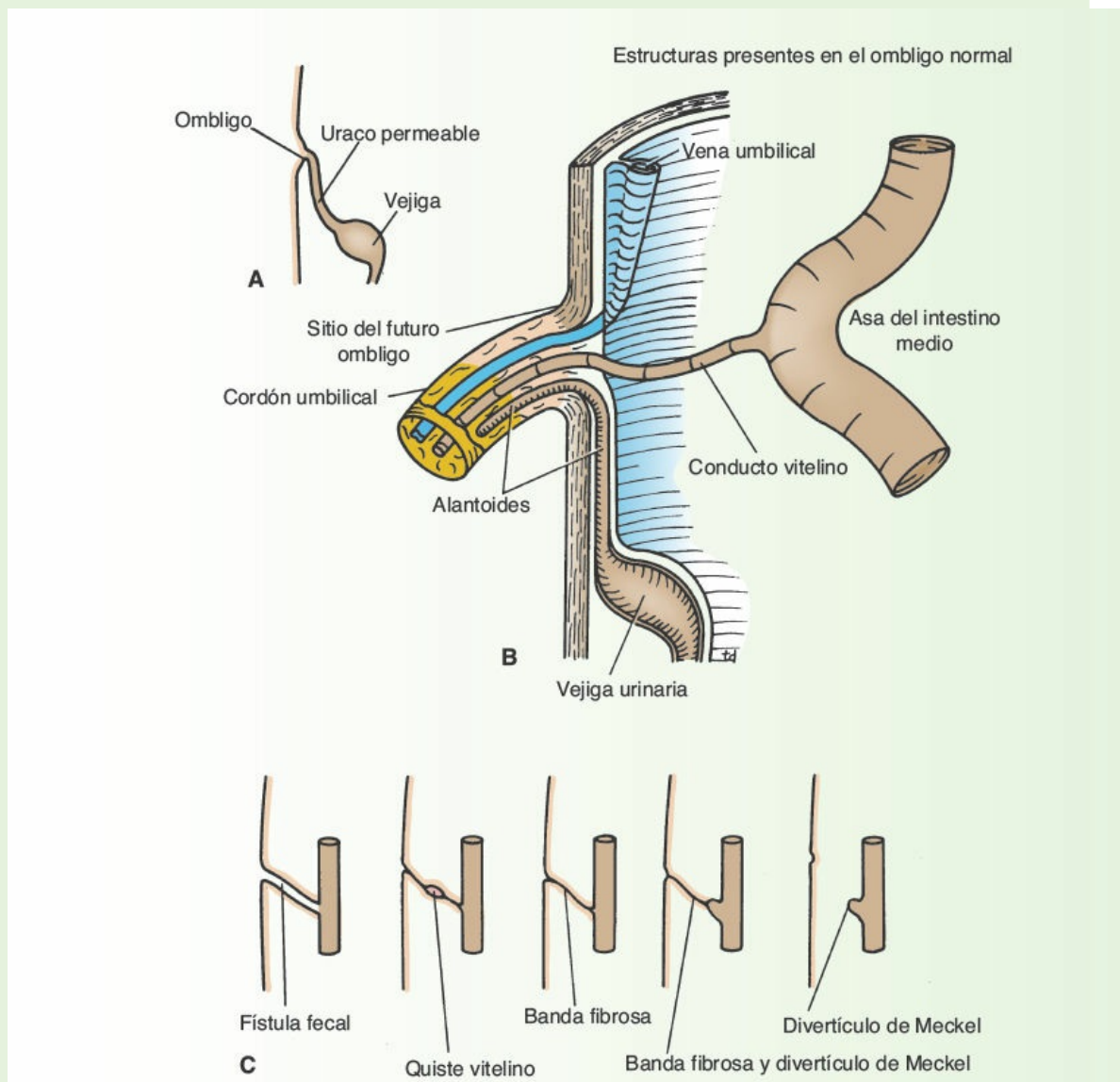


Figura 6-37. Relaciones umbilicales. **A.** Uraco permeable. **B.** Relaciones umbilicales normales. **C.** Algunos de los defectos congénitos frecuentes.

El **divertículo de Meckel** es una anomalía congénita que indica la persistencia de una porción del conducto vitelino. Ocurre en el 2% de los pacientes, se localiza en el lado antimesentérico del

intestino delgado, aproximadamente 61 cm desde la unión ileocólica, y mide cerca de 5 cm de largo. Puede ulcerarse o provocar obstrucción intestinal.

Cateterismo de los vasos umbilicales

El cordón umbilical está rodeado por el amnios y contiene la gelatina de Wharton. Los vestigios del conducto vitelino, el alantoides y la vena umbilical, junto con las dos arterias umbilicales, se hallan en el interior de esta gelatina (fig. 6-38). La vena es un vaso de mayor tamaño con paredes delgadas que se localiza a las 12 en punto (posición de reloj) cuando se mira al ombligo. Las dos arterias, que están adyacentes, tienen una luz pequeña y pared más gruesa, y se ubican a las 4 y a las 8 en punto (posición de reloj) cuando miran al ombligo.

Indicaciones para el cateterismo de una arteria umbilical

1. Administración de líquidos o sangre para reanimación.
2. Monitorización de los gases en sangre y la presión sanguínea. El catéter puede colocarse con mayor facilidad en las arterias umbilicales durante las primeras horas después del nacimiento, si bien el cateterismo puede realizarse hasta 6 días después del parto.

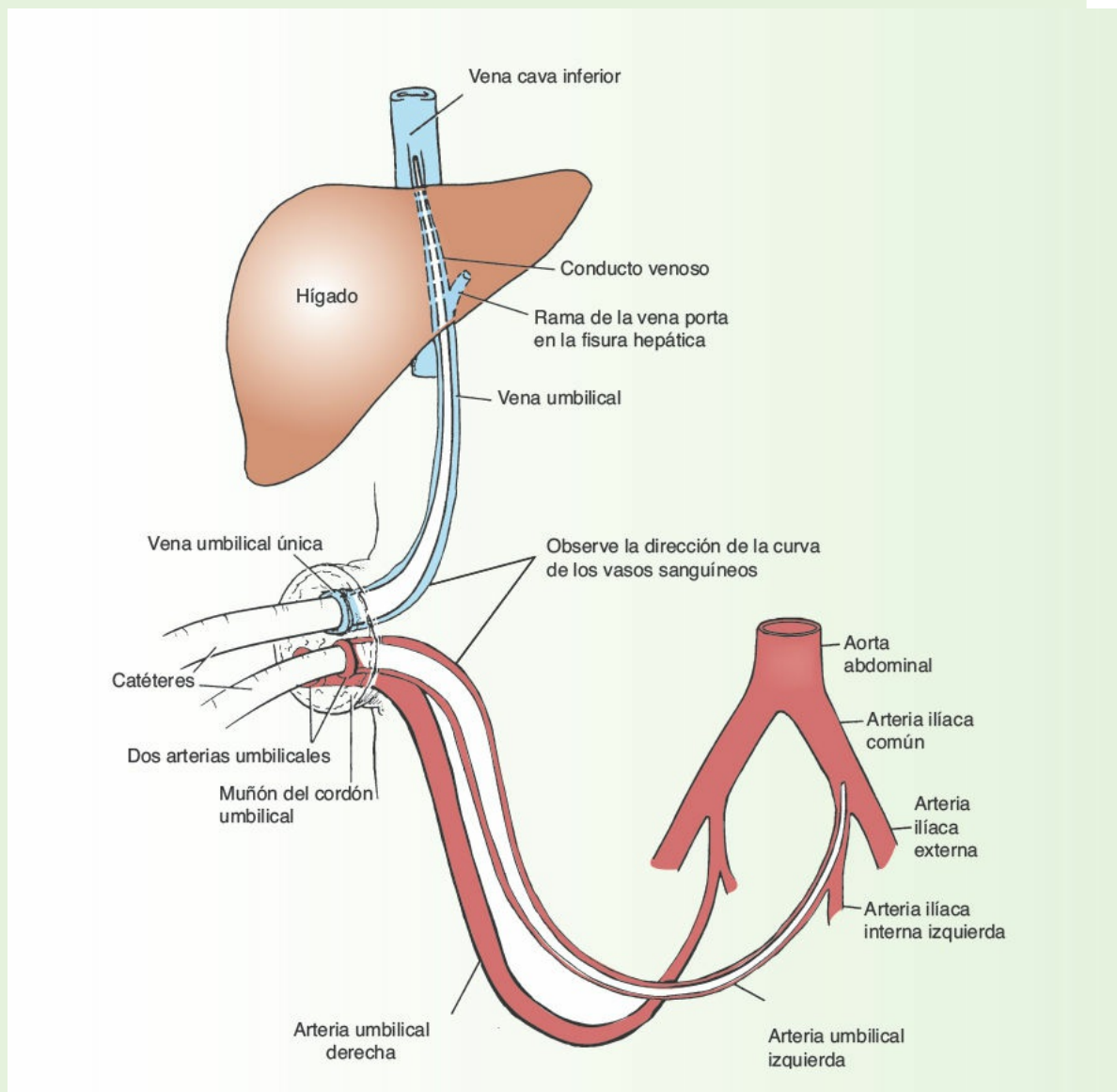


Figura 6-38. Cateterismo de los vasos sanguíneos umbilicales. Disposición de la única vena umbilical y las dos arterias umbilicales y vías que sigue el catéter en la vena umbilical y la arteria umbilical.

Anatomía del procedimiento

En el muñón umbilical, se identifica una de las pequeñas arterias con paredes gruesas del interior de la gelatina de Wharton. Debido a que las arterias umbilicales son ramas de las arterias ilíacas internas de la pelvis, el catéter se introduce y avanza lentamente en dirección caudal. El catéter puede introducirse unos 7 cm en el lactante prematuro y cerca de 12 cm en el lactante de término. El trayecto del catéter se confirma a través de radiografía de la siguiente manera: 1) arteria umbilical (dirigida inferiormente hacia la pelvis), 2) arteria ilíaca interna (giro agudo hacia esta arteria), 3) arteria ilíaca común y 4) aorta abdominal.

Anatomía de las complicaciones

- Perforación de la pared arterial en un punto donde la arteria gira inferiormente a la pelvis en la pared abdominal anterior.
- Introducción del catéter en la vena umbilical (más gruesa y de pared delgada) en lugar de la arteria (pequeña y de pared gruesa).
- Introducción del catéter en el uraco persistente, de paredes delgadas (hay presencia de orina en el catéter).
- Vasoespasmo de las arterias ilíaca y umbilical, lo que provoca palidez en la pierna.
- Perforación de las arterias distales a la arteria umbilical, por ejemplo, las arterias ilíacas o, incluso, la aorta.
- Otras complicaciones: trombosis, embolias e infección del muñón umbilical.

Indicaciones para el cateterismo de la vena umbilical

1. Administración de líquidos o sangre para reanimación.
2. Exanguinotransfusión. Puede introducirse un catéter en la vena umbilical hasta 7 días después del nacimiento.

Anatomía del procedimiento

La vena umbilical se localiza en el muñón del cordón a las 12 en punto (posición de reloj; véase [fig. 6-38](#)), como ya se ha descrito, y se reconoce fácilmente debido a sus paredes delgadas y luz grande. El catéter se avanza con cautela en dirección craneal, pues la vena discurre en el borde libre del ligamento falciforme para unirse al conducto venoso en la vena porta del hígado. Es posible introducir el catéter cerca de 5 cm en el lactante de término. El trayecto del catéter puede confirmarse a través de radiografía en los siguientes sitios: 1) la vena umbilical, 2) el conducto venoso y 3) la vena cava inferior (10-12 cm).

Anatomía de las complicaciones

- Perforación de la pared venosa, lo que es más probable cuando la vena gira cranealmente en la pared abdominal.
- Otras complicaciones: necrosis hepática, hemorragia e infección.

Hernia abdominal

Una *hernia* es la protrusión de alguna porción del contenido abdominal más allá de los límites normales de la pared abdominal ([fig. 6-39](#)). Consta de tres partes: el **saco**, el **contenido del saco** y los **revestimientos del saco**. El saco herniario es una bolsa (divertículo) de peritoneo y posee un **cuello** y un **cuerpo**. El contenido herniario puede consistir en cualquier estructura que se encuentre dentro de la cavidad abdominal, desde una pequeña porción de omento hasta una víscera de gran tamaño como el riñón. Los revestimientos de las hernias se forman a partir de las capas de la pared abdominal por las que pasa el saco herniario.

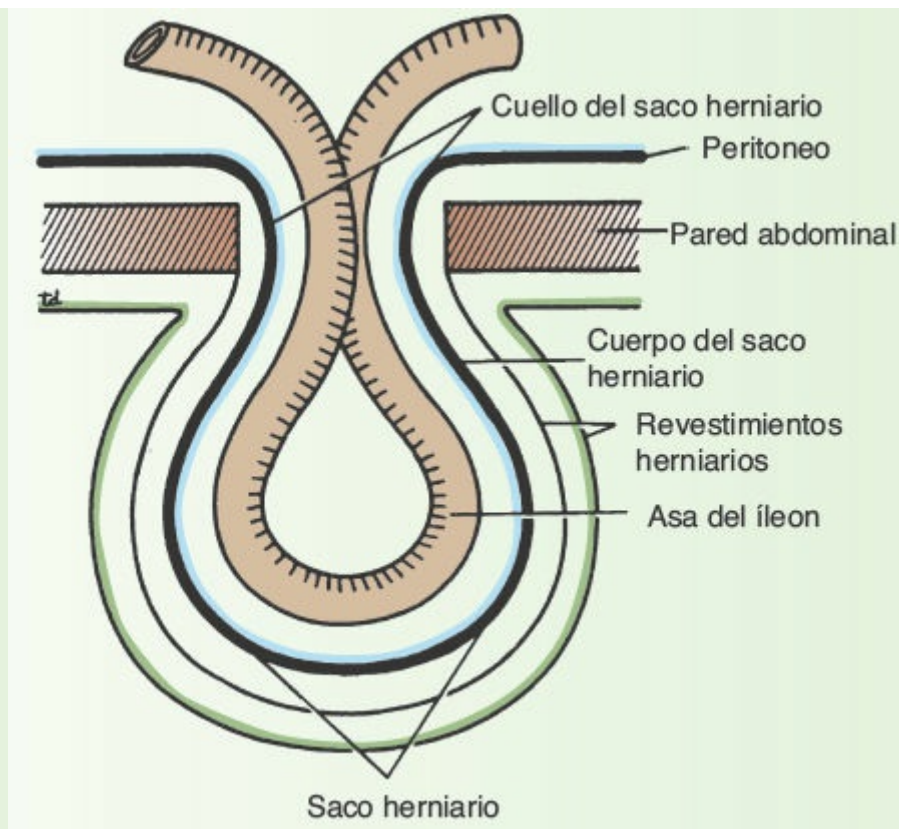


Figura 6-39. Diversas partes de una hernia.

Los tipos más frecuentes de hernias abdominales son:

- Inguinal (indirecta o directa)
- Femoral
- Umbilical (congénita o adquirida)
- Epigástrica
- Diátesis de los rectos abdominales
- Incisional
- Hernia de la línea semilunar (hernia de Spigelio)
- Lumbar (hernia del triángulo de Petit)
- Interna

Hernia inguinal indirecta

La hernia inguinal indirecta es el tipo más frecuente de hernia y se considera que tiene origen congénito (fig. 6-40). El saco herniario se compone de los vestigios del proceso vaginal (una evaginación del peritoneo que en el feto es responsable de la formación del conducto inguinal [véase la descripción anterior sobre el desarrollo del conducto inguinal]). El saco entra en el conducto inguinal a través del anillo inguinal profundo lateral a los vasos epigástricos inferiores. Puede extenderse a lo largo de todo o una porción del conducto, como máximo hasta el anillo inguinal superficial. Si el proceso vaginal no se ha obliterado, entonces la hernia es completa y se extiende inferiormente a través del anillo inguinal superficial, hacia el interior del escroto o los labios mayores. Bajo estas circunstancias, el cuello del saco herniario se ubica en el anillo inguinal profundo lateral a los vasos epigástricos inferiores, y el cuerpo del saco herniario reside en el conducto inguinal y el escroto (o base de los labios mayores).

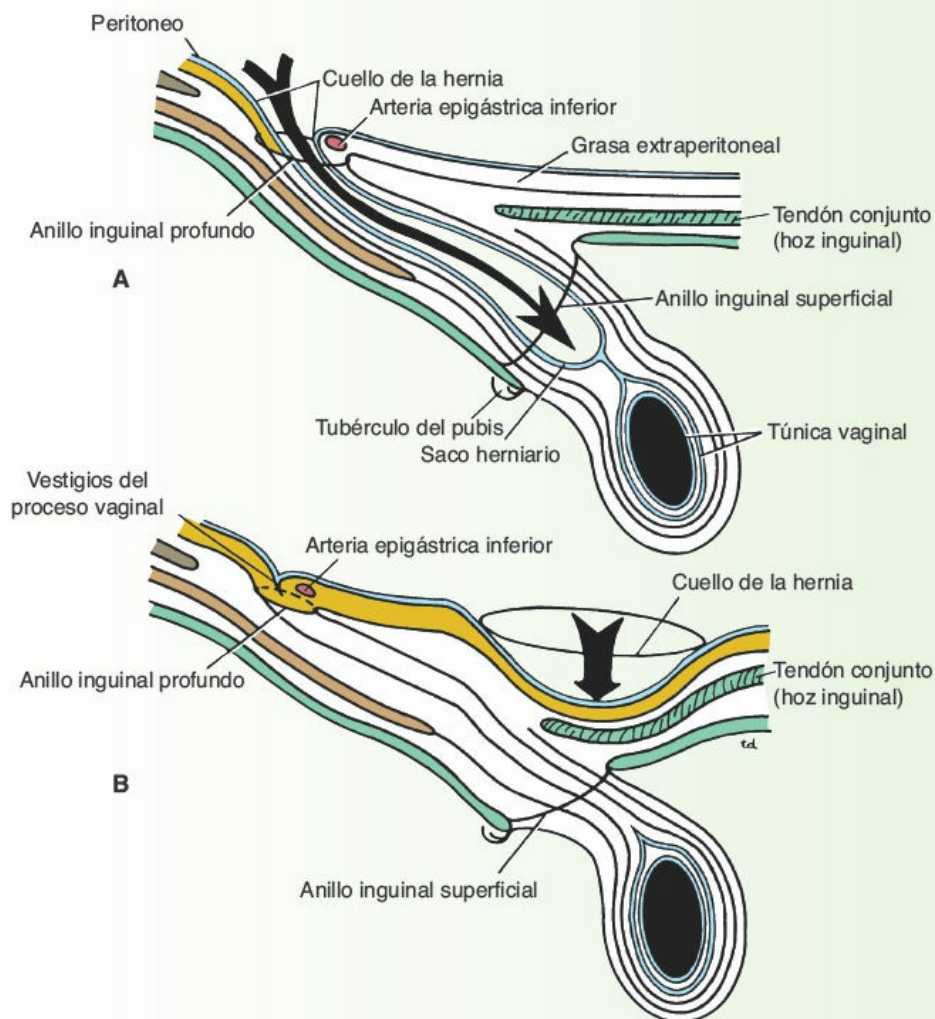


Figura 6-40. Hernias inguinales. **A.** Hernia inguinal indirecta. **B.** Hernia inguinal directa. Obsérvese que el cuello de una hernia inguinal indirecta es lateral a la arteria epigástrica inferior, mientras que el cuello de una hernia inguinal directa es medial a la arteria epigástrica inferior.

Es cerca de 20 veces más probable que se presente una hernia inguinal indirecta en hombres que en mujeres, y cerca de una tercera parte de estas son bilaterales. Son más frecuentes en el lado derecho (en general, el proceso vaginal derecho se oblitera después del izquierdo; el testículo derecho desciende después del izquierdo). Es más habitual en niños y adultos jóvenes.

La hernia inguinal indirecta puede resumirse del modo siguiente:

- La causan los vestigios del proceso vaginal, por lo que tiene origen congénito.
- Es más frecuente que la hernia inguinal directa.
- Es mucho más habitual en hombres que en mujeres.
- Es más frecuente en el lado derecho.
- Se presenta con mayor frecuencia en niños y adultos jóvenes.
- El saco herniario entra en el conducto inguinal a través de el anillo inguinal profundo y **lateral** a los vasos epigástricos inferiores. El cuello de saco es estrecho.
- El saco herniario puede extenderse a lo largo del anillo inguinal superficial superior y **medial** al tubérculo del pubis (la hernia femoral se localiza inferolateral al tubérculo del pubis).
- El saco herniario puede extenderse inferiormente hacia el interior del escroto o los labios mayores.

Hernia inguinal directa

La hernia inguinal directa constituye cerca del 15% de todas las hernias. El saco de la hernia directa protruye anteriormente a través de la pared posterior del conducto inguinal, **medial** a los vasos

epigástricos inferiores. Debido a la presencia del potente tendón conjunto (tendones combinados de la inserción de los músculos oblicuo interno y transverso), la hernia habitualmente no representa más que una protuberancia generalizada, por lo que el cuello del saco es ancho.

Las hernias inguinales directas muy poco habituales en las mujeres y la mayoría son bilaterales. Afectan principalmente a hombres mayores con músculos abdominales débiles.

Una hernia inguinal directa puede resumirse como sigue:

- Es frecuente en los hombres mayores con músculos abdominales débiles y es rara en mujeres.
- El saco herniario protruye a través de la pared posterior del conducto inguinal **medial** a los vasos epigástricos inferiores.
- El cuello del saco herniario es amplio.

Una hernia inguinal puede distinguirse de una femoral por el hecho de que el saco, a medida que emerge por el anillo inguinal superficial, yace superior y medial al tubérculo del pubis, mientras que la hernia femoral se ubica inferior y lateral al tubérculo (fig. 6-41).

Hernia femoral

En la hernia femoral, el saco herniario desciende por el conducto femoral en la vaina femoral. Esta última (descrita en detalle en el [cap. 11](#)) es una protrusión del revestimiento fascial de las paredes abdominales y rodea los vasos y linfáticos femorales cerca de 2,5 cm por debajo del ligamento inguinal (fig. 6-42). La **arteria femoral**, a medida que entra en el muslo inferior al ligamento inguinal, ocupa el compartimento lateral de la vaina. La **vena femoral**, situada en su lado medial y separada de esta por un tabique fibroso, se halla en el compartimento intermedio. Los **vasos linfáticos**, separados de la vena por un tabique fibroso, ocupan el compartimento más medial. El **conducto femoral**, el compartimento de los nódulos linfáticos, ocupa la porción medial de la vaina. Mide más o menos 1,3 cm de longitud, y su abertura superior se conoce como **anillo femoral**. El **tabique femoral**, que es una condensación de tejido extraperitoneal, ocluye la abertura del anillo femoral.

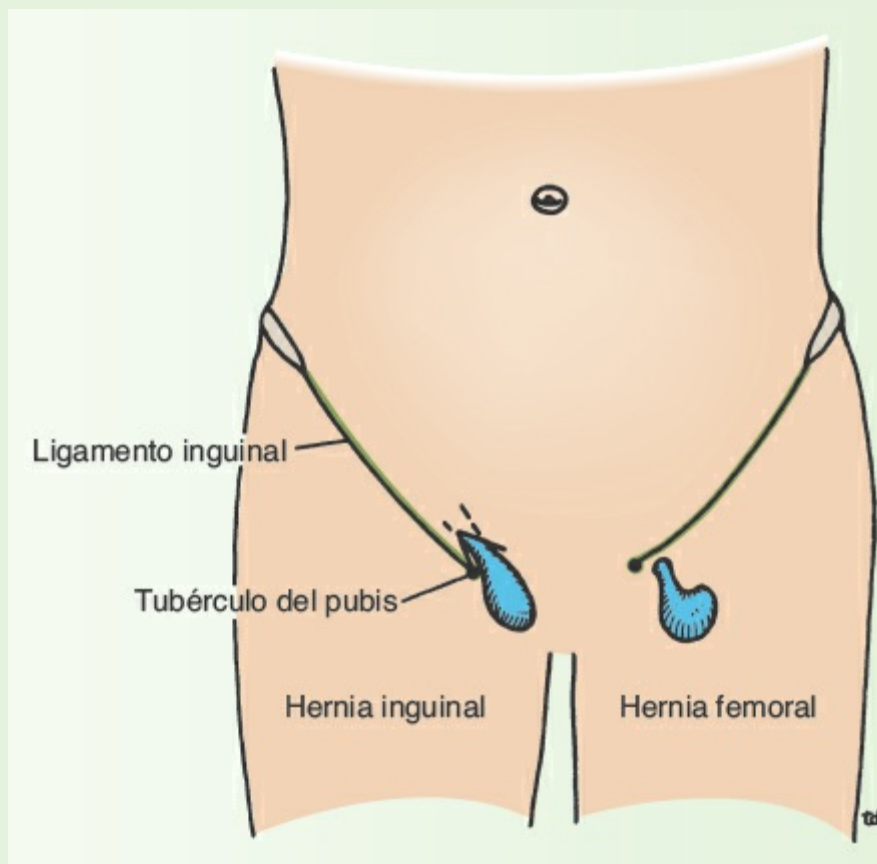


Figura 6-41. Relación de los sacos herniarios inguinal y femoral con el tubérculo del pubis.

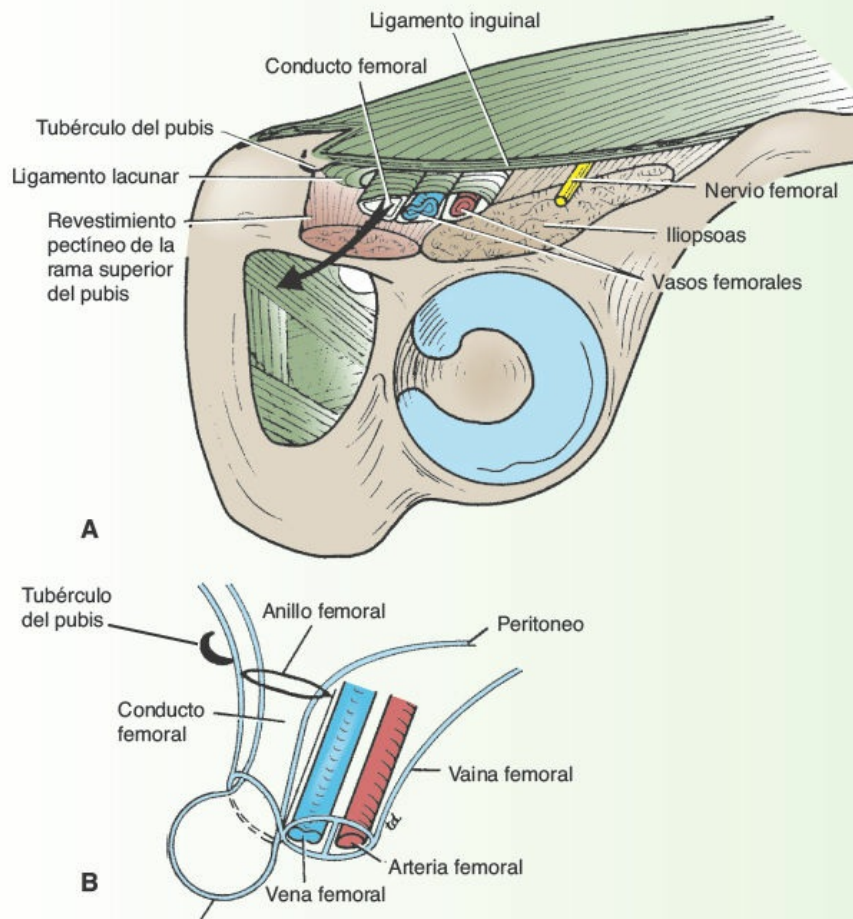


Figura 6-42. Hernia femoral. **A.** Vista inferior de la vaina femoral. La *flecha* que emerge del conducto femoral indica la vía que sigue el saco herniario femoral. **B.** Obsérvense las relaciones del anillo y el conducto femorales con la hernia.

La hernia femoral es más frecuente en mujeres que en hombres (probablemente porque poseen una pelvis y un conducto femoral más amplios). El saco herniario se dirige inferiormente por el conducto femoral, mientras presiona el septo femoral por delante. Al salir por el extremo inferior, se expande para formar una protuberancia en la porción superior del muslo, profundo a la fascia (véase [fig. 6-42](#)). Al expandirse aún más, el saco herniario puede girar superiormente y cruzar la cara anterior del ligamento inguinal.

El cuello del saco siempre se encuentra **inferior y lateral al tubérculo del pubis** (véase [fig. 6-41](#)), lo que sirve para distinguirlo de la hernia inguinal. El cuello del saco es estrecho y se encuentra en el anillo femoral. El anillo se relaciona anteriormente con el ligamento inguinal, posteriormente con el ligamento pectíneo y el pubis, medialmente con el borde libre agudo del ligamento lacunar, y lateralmente con la vena femoral. Debido a la presencia de estas estructuras anatómicas, el cuello del saco no puede expandirse. Una vez que una víscera abdominal atraviesa el cuello y entra en el cuerpo del saco, puede ser complicado empujarlo y hacer que regrese a la cavidad abdominal (**hernia irreductible**). Además, tras un esfuerzo o después de toser, es posible que una porción del intestino sea forzada a través del cuello y que el anillo femoral comprima sus vasos sanguíneos, lo que perjudicaría gravemente su suministro de sangre (**hernia estrangulada**). Una hernia femoral es una anomalía grave y debe tratarse siempre quirúrgicamente.

La hernia femoral se resume como sigue:

- Es una protrusión del peritoneo parietal abdominal que discurre inferiormente a través del conducto femoral para formar el saco herniario.
- Es más frecuente en mujeres que en hombres.
- El cuello del saco herniario se encuentra inferior y lateral al tubérculo del pubis.
- El cuello del saco herniario se posiciona en el anillo femoral, punto en el que se relaciona

anteriormente con el ligamento inguinal, posteriormente con el ligamento pectíneo y el pubis, lateralmente con la vena femoral y medialmente el borde libre agudo del ligamento lacunar.

Hernia umbilical

La **hernia umbilical congénita**, u onfalocele, se debe al fallo en el retorno de parte del intestino medio a la cavidad abdominal desde el celoma extraembrionario durante la vida fetal. El saco herniario y su relación con el cordón umbilical se muestran en la [figura 6-43A](#).

La **hernia umbilical infantil adquirida** es una hernia de tamaño pequeño que en ocasiones se presenta en niños y es consecuencia de la debilidad de la cicatriz umbilical en la línea alba ([véase fig. 6-43B](#)). La mayoría de estas hernias disminuyen su tamaño y desaparecen sin tratamiento conforme crece la cavidad abdominal.

La **hernia umbilical adquirida** del adulto tiene un nombre más preciso: **hernia periumbilical** ([véase fig. 6-43C](#)). El saco herniario no protruye a través de la cicatriz umbilical, pero sí a través de la línea alba en la región del ombligo. Las hernias periumbilicales aumentan gradualmente de tamaño y cuelgan hacia abajo. El cuello del saco puede ser estrecho, pero el cuerpo suele contener asas de los intestinos delgado y grueso, así como omento. Las hernias periumbilicales son mucho más habituales en mujeres que en hombres.

Hernia epigástrica

La hernia epigástrica se presenta a lo largo de la porción más amplia de la línea alba, en cualquier sitio entre el proceso xifoides y el ombligo ([véase fig. 6-43D](#)). La hernia suele ser pequeña y comenzar como una pequeña protrusión de grasa extraperitoneal entre las fibras de la línea alba. Durante los años y meses siguientes, la grasa es forzada hacia la línea alba y acaba formando, posterior a esta, un pequeño saco peritoneal. El cuerpo del saco a menudo contiene una pequeña porción de omento mayor. Es frecuente en trabajadores manuales de mediana edad.

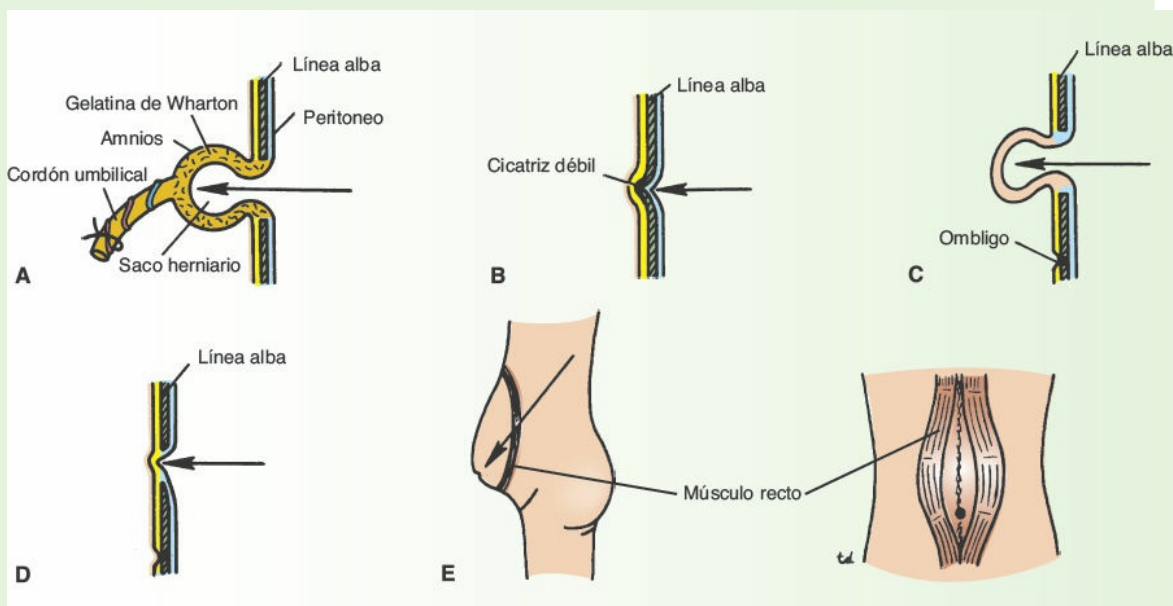


Figura 6-43. Diversas formas de hernias abdominales. **A.** Hernia umbilical congénita. **B.** Hernia umbilical infantil. **C.** Hernia periumbilical. **D.** Hernia epigástrica. **E.** Vistas lateral y anterior de la separación de los rectos abdominales.

Separación de los rectos abdominales

La separación de los músculos abdominales (diástasis de los rectos) suele presentarse en mujeres multiparas con debilidad de los músculos abdominales ([véase fig. 6-43E](#)). En esta alteración, se produce una distensión excesiva de las aponeurosis que forman la vaina de los rectos. Cuando la paciente ejerce presión abdominal o tose, los rectos se separan ampliamente, y un gran saco herniario que contiene vísceras abdominales protruye entre los bordes mediales de los rectos. Esta afección puede corregirse con el uso de una faja abdominal adecuada.

Hernia incisional

Las hernias incisionales postoperatorias se presentan con mayor frecuencia en pacientes sometidos a una cirugía en la que se seccionó uno de los nervios segmentarios que inervan los músculos de la pared abdominal anterior. La infección postoperatoria de la herida con muerte (necrosis) de la musculatura abdominal también constituye una causa frecuente. El cuello del saco suele ser de gran tamaño; las adherencias y el estrangulamiento de sus contenidos son complicaciones raras. En personas muy obesas, es complicado valorar la extensión de la debilidad abdominal.

Hernia de la línea semilunar (de Spigelio)

La hernia de la línea semilunar, poco frecuente, aparece a través de la aponeurosis del músculo transverso del abdomen justo lateral al borde externo de la vaina de los rectos. Suele presentarse inferior al nivel del ombligo. El cuello del saco es estrecho, por lo que las adherencias y el estrangulamiento del contenido son complicaciones frecuentes.

Hernia lumbar

La hernia lumbar protruye a través del triángulo lumbar; es poco frecuente. El triángulo lumbar (de Petit) es un área débil en la porción posterior de la pared abdominal. Está limitado anteriormente por el borde posterior del músculo oblicuo externo, posteriormente por el borde anterior del músculo dorsal ancho e inferiormente por la cresta iliaca. Los músculos oblicuo interno y transverso del abdomen componen el suelo del triángulo. El cuello de la hernia suele ser de gran tamaño, por lo que la incidencia de estrangulamiento es baja.

Hernia interna

En ocasiones, un asa del intestino entra en el receso peritoneal (p. ej., la bolsa omental o los recesos duodenales) y se estrangula en los bordes de los pliegues (véase [cap. 7](#), *Cavidad abdominal*, *Notas clínicas* sobre el peritoneo).

Heridas abdominales por arma blanca

Las heridas abdominales por arma blanca pueden penetrar en el peritoneo parietal y afectar la cavidad peritoneal; por lo tanto, pueden dañar de manera significativa las vísceras abdominales. Las estructuras de las diversas capas por las que penetra una herida por arma blanca dependen de la ubicación anatómica:

- **Lateral a la vaina de los rectos.** Piel, capa adiposa de la fascia superficial, capa membranosa de la fascia superficial, capa delgada de la fascia profunda, músculo oblicuo externo o su aponeurosis, músculo oblicuo interno o su aponeurosis, músculo transverso del abdomen o su aponeurosis, fascia transversal, tejido conjuntivo extraperitoneal (a menudo, graso) y peritoneo parietal.
- **Anterior a la vaina de los rectos.** Piel, capa adiposa de la fascia superficial, capa membranosa de la fascia superficial, capa delgada de la fascia profunda, pared anterior del músculo recto del abdomen con sus nervios segmentarios y los vasos epigástricos posteriores al músculo, pared posterior de la vaina de los rectos, fascia transversal, tejido conjuntivo extraperitoneal (a menudo graso) y peritoneo parietal.
- **En la línea media.** Piel, capa adiposa de la fascia superficial, capa membranosa de la fascia profunda, capa delgada de la fascia profunda, línea alba fibrosa, fascia transversal, tejido conjuntivo extraperitoneal (a menudo graso) y peritoneo parietal.

En las heridas por arma blanca abdominales, el lavado de la cavidad peritoneal con solución salina (**lavado peritoneal**) puede ser un método útil para determinar si se ha dañado alguna víscera o vasos sanguíneos.

Heridas abdominales por arma de fuego

Las heridas por arma de fuego son mucho más graves que las heridas por arma blanca. En la mayoría de los pacientes, la cavidad peritoneal resulta dañada y, como consecuencia, se produce daño visceral importante.

Incisión quirúrgica

La longitud y la dirección de las incisiones quirúrgicas a través de la pared abdominal anterior para exponer las vísceras subyacentes responden principalmente a la posición y la dirección de los nervios de la pared abdominal, la dirección de las fibras musculares y la disposición de las aponeurosis de la vaina de los rectos. Idealmente, la incisión se realiza en la misma dirección de las líneas de tracción cutánea para dejar solo una cicatriz pequeña. El cirujano, en ocasiones, debe sacrificar la estética y dar prioridad a la seguridad del paciente.

Las incisiones que requieren la acción de uno de los principales nervios segmentarios ubicados en la pared abdominal provocan parálisis de una porción de la musculatura de la pared abdominal anterior y un segmento del músculo recto abdominal. La debilidad consecuente de la musculatura abdominal provoca una masa antiestética que protruye a través de la pared abdominal, así como **visceroptosis**. Los casos graves pueden requerir una faja para obtener soporte.

Si la incisión puede realizarse en la línea de las fibras musculares o aponeuróticas conforme se atraviesa cada capa, cuando se cierre la herida las fibras volverán a su posición original y funcionarán con normalidad.

Las incisiones a través de la vaina de los rectos se emplean con frecuencia, siempre y cuando el músculo recto del abdomen y su aporte nervioso se mantengan intactos. Al cerrar las incisiones, las paredes anterior y posterior de la vaina de los rectos se suturan por separado; el músculo recto del abdomen retorna a su posición entre las líneas de sutura. El resultado es una reparación resistente que, además, interfiere muy poco con la función.

Estas son las suturas que se utilizan con mayor frecuencia:

- **Incisión paramedial.** Puede ser supraumbilical, para exponer la porción superior de la cavidad abdominal; o infraumbilical, para exponer el abdomen inferior y la pelvis. En cirugías en las que se requiere una amplia exposición, la incisión puede realizarse a lo largo de la vaina de los rectos. Se expone la pared anterior de la vaina de los rectos y se secciona cerca de 2,5 cm desde la línea media. El borde medial de la incisión se disecciona medialmente para liberar la pared anterior de la vaina desde las intersecciones tendinosas del músculo recto del abdomen. Este último se retrae lateralmente con su inervación intacta; la pared posterior de la vaina se expone. A continuación, se secciona la pared posterior, junto con la fascia transversal y el peritoneo. La herida se cierra en capas.
- **Incisión pararectal.** La pared anterior de la vaina de los rectos se secciona medial y paralelamente en el borde lateral del músculo recto del abdomen. Este se libera y retrae medialmente, por lo que se exponen los nervios segmentarios que entran en su cara posterior. Si la incisión de la cavidad abdominal debe ser pequeña, estos nervios pueden retraerse superior e inferiormente. Entonces, se secciona la pared posterior de la vaina, como se hace en la incisión paramedial. La mayor desventaja de esta incisión es que su abertura es pequeña, y que cualquier extensión longitudinal requiere cortar uno o más nervios segmentarios del recto del abdomen, con la consiguiente debilidad postoperatoria del músculo.
- **Incisión en la línea media.** La incisión se realiza a través de la línea alba. Se seccionan la fascia transversal, el tejido conjuntivo extraperitoneal y el peritoneo. Es más fácil realizarla por encima del ombligo debido a que la línea alba es más amplia en esta región. Se trata de un método rápido para poder acceder al abdomen y tiene la evidente ventaja de no dañar los músculos o su inervación o irrigación. Además, esta incisión puede convertirse en una incisión en “T” para lograr mayor exposición. En estos casos, las paredes anterior y posterior de la vaina de los rectos se seccionan transversalmente y el músculo se retrae lateralmente.
- **Incisión transrectal.** La técnica para realizar y cerrar esta incisión es la misma que se emplea en la incisión paramedial, excepto que el músculo recto del abdomen se secciona de manera longitudinal y no se retrae lateralmente desde la línea media. Esta incisión tiene la gran desventaja de seccionar el aporte nervioso a la porción del músculo medial a la incisión.
- **Incisión transversal.** Esta clase de incisión puede realizarse superior o inferior al ombligo y puede ser pequeña o grande, y abarcar de un flanco a otro. Es posible realizarla a través de la vaina de los rectos y el recto del abdomen, y a través de los músculos transverso y oblicuos lateralmente. Rara vez se daña más de un nervio segmentario, por lo que la debilidad abdominal postoperatoria es mínima. La incisión permite una exposición adecuada y es tolerada bien por el paciente. El cierre de la herida se realiza en capas. No es necesario suturar los bordes seccionados de los músculos rectos del abdomen, siempre y cuando se reparen con cuidado las vainas correspondientes.
- **Separación muscular (incisión de McBurney).** Este tipo de incisión se realiza principalmente en la cecostomía y la apendicectomía. Permite una exposición bastante limitada, por lo que, ante cualquier duda sobre el diagnóstico, debe emplearse una incisión paramedial derecha. Se efectúa

una incisión oblicua en la región ilíaca derecha, cerca de 5 cm superior y medialmente a la espina ilíaca anterior superior. Los músculos oblicuos interno y externo y el transverso del abdomen se seccionan o separan en la dirección de sus fibras, y se retraen para exponer la fascia transversal y el peritoneo. El peritoneo se corta para abrir la cavidad abdominal. La incisión se repara en capas, y no causa debilidad postoperatoria.

- **Incisión abdominotorácica.** Esta técnica se emplea para exponer el extremo inferior del esófago como, por ejemplo, en la resección esofagogástrica de un carcinoma en esta región. Se extiende una incisión oblicua superior o paramedial en dirección superior y lateral hasta el séptimo, octavo o noveno espacio intercostal, se seccional transversalmente el arco costal y se corta el diafragma. Una vez realizado este paso, es posible obtener gran exposición del abdomen superior y el tórax con un separador costal. Al finalizar la cirugía, se repara el diafragma con suturas no absorbibles, se sutura el arco costal y se cierran las heridas abdominal y torácica.

Paracentesis abdominal

La paracentesis abdominal puede ser necesaria para extraer acumulaciones excesivas de líquido peritoneal, como en la ascitis por cirrosis hepática o la ascitis maligna por cáncer de ovario. Con el uso de anestesia local, se introduce una aguja o un catéter a través de la pared abdominal anterior. Las asas intestinales no resultan dañadas debido a que son móviles y la cánula del catéter las aparta durante su trayecto.

Si la cánula se introduce en la línea media (fig. 6-44), esta atraviesa las siguientes estructuras: piel, fascia superficial, fascia profunda (muy delgada), línea alba (prácticamente sin aporte sanguíneo), fascia transversal, tejido conjuntivo extraperitoneal (graso) y peritoneo parietal.

Si el catéter se introduce en el flanco lateralmente a la arteria epigástrica inferior y superior a la arteria circunfleja profunda, este atraviesa las siguientes estructuras: la piel, la fascia superficial, la fascia profunda (muy delgada), la aponeurosis de los músculos oblicuos interno y externo y del músculo transverso del abdomen, la fascia transversal, el tejido conjuntivo extraperitoneal (graso) y el peritoneo parietal.

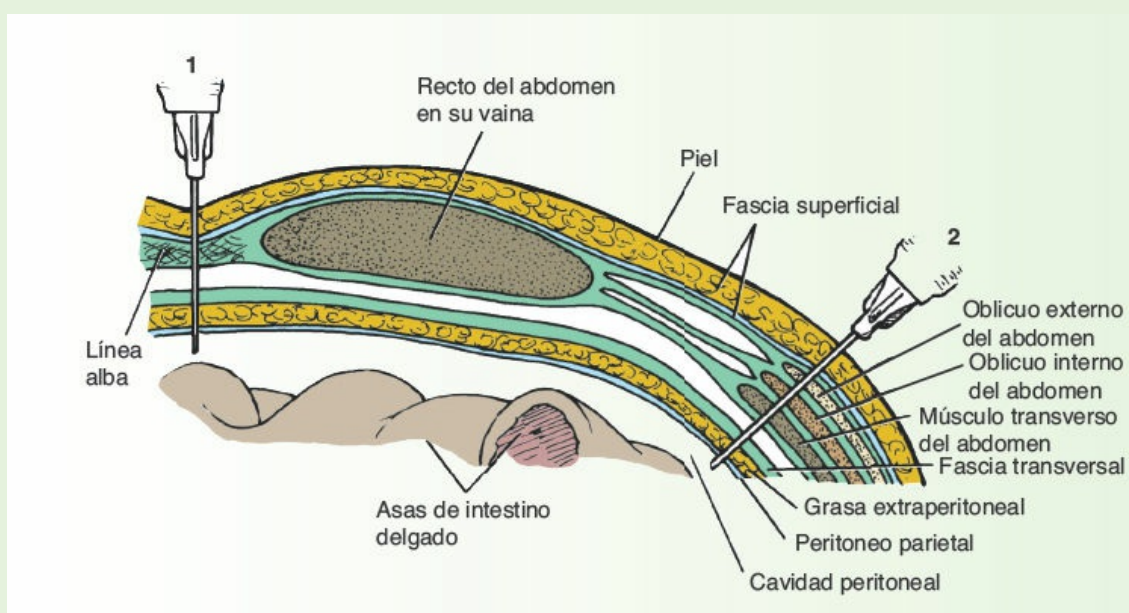


Figura 6-44. Paracentesis de la cavidad abdominal en la línea media (1) y lateralmente (2).

Anatomía del lavado peritoneal

El lavado peritoneal se emplea para obtener una muestra del espacio intraperitoneal en busca de evidencia de daño en vísceras o vasos sanguíneos. En general, se emplea como una técnica de diagnóstico en algunos casos de traumatismo abdominal contuso. En situaciones no traumáticas, el lavado peritoneal se emplea para confirmar el diagnóstico de pancreatitis y peritonitis primaria, para corregir la hipotermia y para realizar diálisis.

El paciente se coloca en decúbito supino y se vacía la vejiga urinaria con sonda. En niños pequeños, la vejiga es un órgano abdominal (véase cap. 9); en adultos, puede elevarse hasta salir de

la pelvis y alcanzar el ombligo (véase [cap. 9](#)). El estómago se vacía con una sonda nasogástrica, ya que cuando está distendido puede alcanzar la pared abdominal anterior. Se anestesia la piel para hacer una incisión vertical de 3 cm.

Técnica de incisión en la línea media

Para llegar al peritoneo parietal, se atraviesan las siguientes estructuras anatómicas ([fig. 6-45B](#)): piel, capa adiposa de la fascia superficial, capa membranosa de la fascia superficial, capa delgada de la fascia profunda, línea alba, fascia transversal, grasa extraperitoneal y peritoneo parietal.

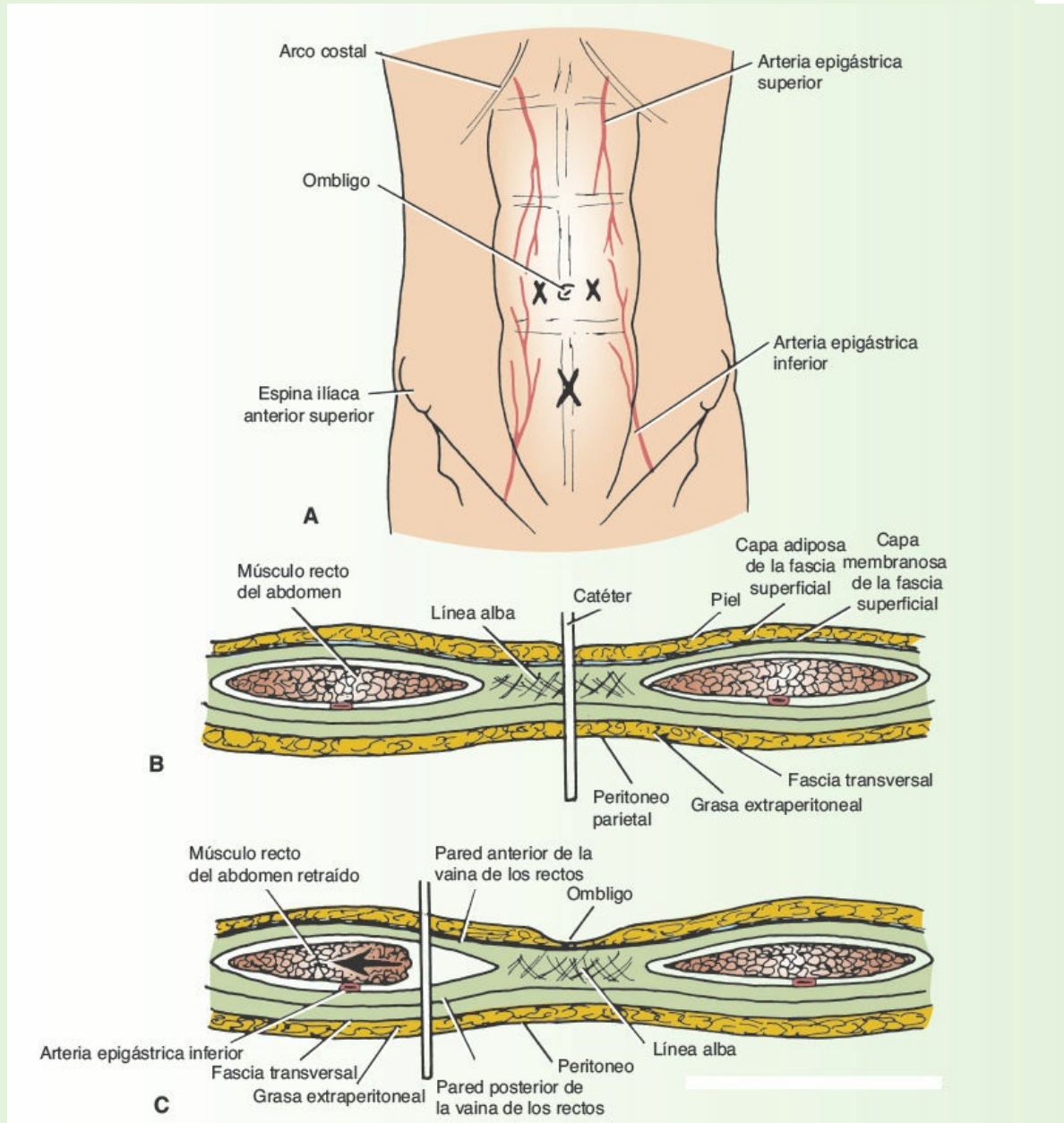


Figura 6-45. Lavado peritoneal. **A.** Dos ubicaciones habituales para realizar este procedimiento. Obsérvense las posiciones de las arterias epigástricas superior e inferior en la vaina de los rectos. **B.** Sección transversal de la pared abdominal anterior en la línea media. Nótese las estructuras que se perforan con el catéter. **C.** Sección transversal de la pared abdominal anterior justo lateral al ombligo. Obsérvense las estructuras que se perforan con el catéter. El músculo recto del abdomen se ha retraído lateralmente.

Técnica de incisión periumbilical

Para llegar al peritoneo parietal, se atraviesan las siguientes estructuras anatómicas (véase [fig. 6-](#)

45C): piel, capa adiposa de la fascia superficial, capa membranosa de la fascia superficial, capa delgada de la fascia profunda, pared anterior de la vaina de los rectos, músculo recto del abdomen (retraído), pared posterior de la vaina de los rectos, fascia transversal, grasa extraperitoneal y peritoneo parietal.

Es importante tener cuidado con los vasos sanguíneos pequeños de la fascia superficial, pues el sangrado de estos puede provocar un resultado falso positivo. Estos vasos constituyen las ramas terminales de las arterias y venas epigástricas superficiales y profundas.

Anatomía de las complicaciones

- En la técnica de la línea media, la incisión o el trocar puede no incidir sobre la línea alba, entrar en la vaina de los rectos, atravesar el músculo recto del abdomen vascular y penetrar en las ramas de los vasos epigástricos. El sangrado de estos puede provocar un resultado falso positivo.
- Perforación del intestino por el bisturí o el trocar.
- Perforación de los vasos sanguíneos mesentéricos o los de las paredes abdominales posterior o pélvica.
- Perforación de la vejiga llena.
- Infección de la herida.

Cirugía endoscópica

En la actualidad, la cirugía endoscópica de la vesícula biliar, los conductos biliares y el apéndice son técnicas frecuentes. Consisten en el paso de un endoscopio hacia la cavidad peritoneal a través de pequeñas incisiones en la pared abdominal anterior. Las estructuras anatómicas que se atraviesan con estos instrumentos son similares a las que se han mencionado para el lavado peritoneal. Debe tenerse extrema precaución a fin de preservar la integridad de los nervios segmentarios a medida que discurren inferiormente desde el arco costal para inervar los músculos abdominales.

La principal ventaja de esta técnica es la afectación mínima de las características anatómicas y fisiológicas de la pared anterior, de modo que el período de convalecencia es breve. La desventaja es que el campo quirúrgico es pequeño, de manera que los cirujanos están limitados en términos de la extensión de la cirugía (fig. 6-46).

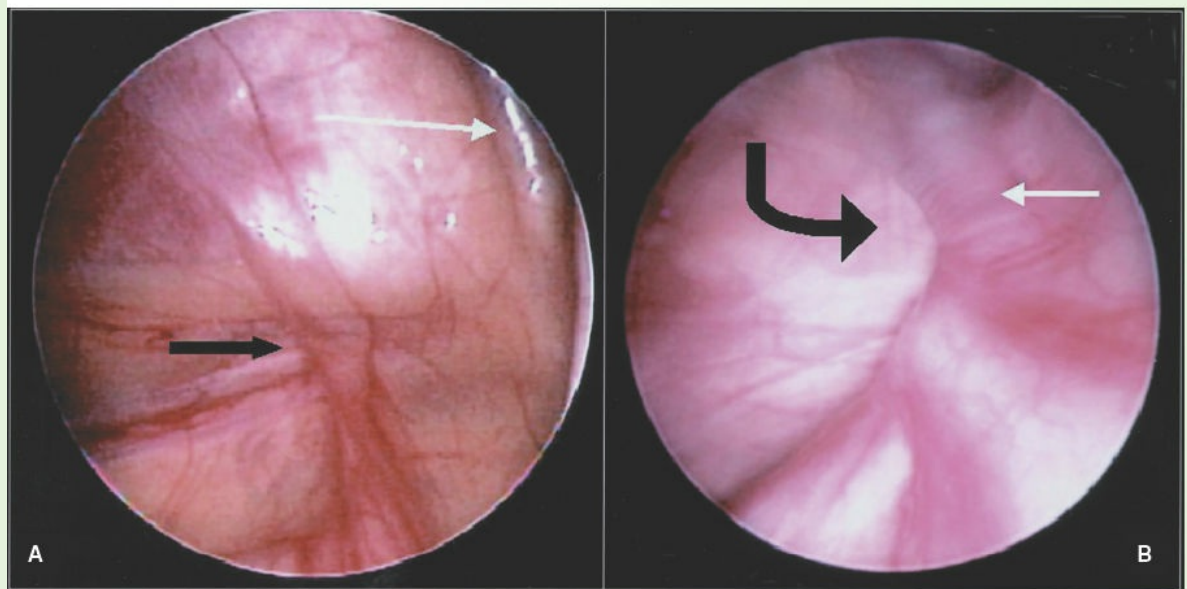


Figura 6-46. Anatomía del conducto inguinal como se visualiza durante la exploración laparoscópica de la cavidad peritoneal. **A.** Anatomía normal de la región inguinal desde el interior de la cavidad peritoneal. La *flecha negra* indica el anillo inguinal profundo cerrado; la *flecha blanca* indica los vasos epigástricos inferiores. **B.** Hernia inguinal indirecta. La *flecha curva negra* indica la abertura del saco herniario; la *flecha blanca* indica los vasos epigástricos inferiores (cortesía de: N. S. Adzick).

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Puntos de referencia superficiales de la pared abdominal

En la pared abdominal de una persona de complexión media, son diversas las estructuras que pueden palpase fácilmente. Estos son puntos importantes para la orientación durante la exploración física.

Proceso xifoides

El proceso xifoides es la porción cartilaginosa delgada en la parte inferior del esternón. Se palpa con facilidad en la depresión donde los bordes costales se unen a la porción superior de la pared abdominal anterior (fig. 6-47; véase también fig. 6-16). Palpar el borde inferior del cuerpo del esternón exhibe la **unión xifoesternal**, que se localiza frente a la vértebra T9.

Arco costal

El arco costal es el borde inferior curvo de la pared torácica y formado anteriormente por los cartílagos de las costillas séptima a décima (véanse figs. 6-16 y 6-47); y posteriormente por los cartílagos de las costillas undécima y duodécima. Los bordes costales alcanzan su punto más inferior en el décimo cartílago costal, ubicado frente a la vértebra L3. La duodécima costilla puede ser corta y difícil de palpar.

Cresta ilíaca

La cresta ilíaca puede palpase a lo largo de toda su longitud y finaliza por delante en la **espina ilíaca anterior superior** (véanse figs. 6-16 y 6-47) y por detrás en la **espina ilíaca posterior superior**. En su punto más elevado se localiza frente al cuerpo de la vértebra L4.

Cerca de 5 cm posterior a la espina ilíaca anterior superior, el borde externo se proyecta y forma el tubérculo de la cresta ilíaca (véase fig. 6-47), que se ubica al nivel de la vértebra L5.

Tubérculo del pubis

El tubérculo del pubis constituye un punto de referencia importante. Puede identificarse como una protuberancia pequeña a lo largo de la cara superior del pubis (véanse figs. 6-4, 6-10 y 6-47).

Sínfisis del pubis

La sínfisis del pubis es una articulación cartilaginosa que se localiza en la línea media entre los cuerpos de ambos huesos del pubis (véase fig. 6-16). Se palpa como una estructura sólida por debajo de la piel en la línea media en el extremo inferior de la pared abdominal anterior. La **cresta del pubis** es el surco medial al

tubérculo del pubis en la cara superior de la superficie de los huesos del pubis.

Ligamento inguinal

El ligamento inguinal se localiza por debajo de un pliegue cutáneo en la ingle. Se enrolla por debajo del borde inferior de la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen (véanse figs. 6-9, 6-13 y 6-16). Se une lateralmente a la espina iliaca anterior superior y se curva inferior y medialmente para unirse al tubérculo del pubis.

Anillo inguinal superficial

El anillo inguinal superficial es una abertura triangular en la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen y se localiza superior y medialmente al tubérculo del pubis (véanse figs. 6-9, 6-10, 6-15 y 6-47). En el hombre adulto, los bordes del anillo pueden palparse al invaginar la piel de la porción superior del escroto con la yema del meñique. El **cordón espermático** puede palparse en su salida del anillo a lo largo de su descenso medial o por encima del tubérculo del pubis hacia el escroto (véase fig. 6-15). Palpe el cordón espermático en la porción superior del escroto entre el índice y el pulgar y note la presencia del **conducto deferente** de consistencia firme en su porción posterior (véase fig. 6-12 y 6-26).

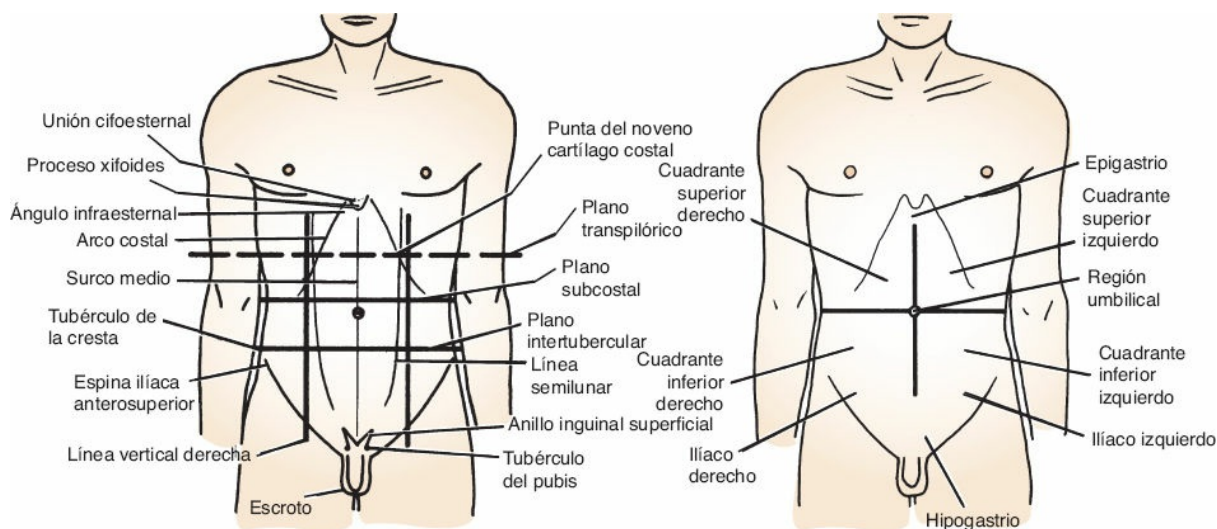


Figura 6-47. Puntos de referencia superficiales y regiones de la pared abdominal anterior.

En la mujer, el anillo inguinal superficial es más pequeño y difícil de palpar; transmite el ligamento redondo del útero.

Escroto

El *escroto* es una bolsa de piel y fascia que contiene ambos testículos, los epidídimos y los extremos inferiores de los cordones espermáticos. La piel del escroto es rugosa y está cubierta por vello abundante. El origen bilateral del escroto se evidencia por la presencia de una línea oscura en la línea media,

conocida como **rafe escrotal**, a lo largo de la línea de fusión. Los **testículos**, a ambos lados, son cuerpos ovoides firmes rodeados en sus caras lateral, anterior y medial por dos capas de la **túnica vaginal** (véase [fig. 6-26](#)). Los testículos, por lo tanto, se encuentran libres y no unidos a la piel o el tejido subcutáneo. Una estructura alargada, el **epidídimo**, se localiza posterior a los testículos. Posee un extremo superior ensanchado denominado **cabeza**, un **cuerpo** y un extremo inferior estrecho, la **cola**. El conducto deferente emerge desde la cola y asciende medial al epidídimo para entrar en el cordón espermático en el extremo superior del escroto.

Línea alba

La **línea alba** es una banda fibrosa vertical que se extiende desde la sínfisis del pubis hasta el proceso xifoides y descansa en la línea media (véase [fig. 6-10](#)). Se forma por la unión de las aponeurosis de los músculos de la pared abdominal anterior y está representada superficialmente por un leve surco medio (véanse [figs. 6-16](#) y [6-47](#)).

Ombbligo

El ombligo se localiza en la línea alba y su posición no es constante. Es una cicatriz contraída que sirve corresponde al lugar inserción del cordón umbilical en el feto.

Músculo recto del abdomen

El músculo recto del abdomen se localiza a cada uno de los lados de la línea alba (véase [fig. 6-16](#)) y discurre verticalmente en la pared abdominal. Puede evidenciarse y observarse si se solicita a una persona acostada que eleve los hombros sin utilizar los brazos.

Tres intersecciones tendinosas discurren a través de cada uno de los músculos rectos del abdomen. En personas con músculos desarrollados, pueden palpase como depresiones transversas a nivel del vértice del proceso xifoides, en el ombligo y a medio camino entre ambos puntos.

Línea semilunar

La línea semilunar es el borde lateral del músculo recto del abdomen y cruza el arco costal en el vértice del noveno cartílago costal (véanse [figs. 6-16](#) y [6-47](#)). Para poder observar las líneas semilunares, se solicita al paciente que se recueste y separe los hombros de la mesa sin utilizar los brazos. Con este fin, el paciente contrae el músculo recto del abdomen, lo que hace que los bordes laterales sobresalgan.

Líneas y planos abdominales

Suele utilizarse una cuadrícula de líneas verticales y planos horizontales (véase [fig. 6-47](#)) para facilitar la descripción de la ubicación de estructuras enfermas o

para realizar procedimientos abdominales.

Líneas verticales

Todas las líneas verticales (derecha e izquierda) pasan a través del punto medio entre la espina iliaca anterior superior y la sínfisis del pubis (véase [fig. 6-47A](#)).

Plano transpilórico

El plano transpilórico horizontal pasa a través del vértice del noveno cartílago costal de cada lado, es decir, el punto donde el borde lateral del recto del abdomen (línea semilunar) cruza el arco costal (véase [fig. 6-47A](#)). Se localiza a nivel del cuerpo de la vértebra L1. Este plano pasa a través del píloro del estómago, la unión duodenoyeyunal, el cuello del páncreas y el hilio de los riñones.

Plano subcostal

El plano subcostal horizontal se une con el punto más inferior del arco costal en cada lado, es decir, el décimo cartílago costal (véase [fig. 6-47](#)). Este plano se localiza a nivel de la vértebra L3.

Plano intercostal

El plano intercostal pasa a través de los puntos más elevados de las crestas ilíacas y descansa a nivel de la vértebra L4. Habitualmente se utiliza como punto de referencia para realizar una punción lumbar (véase [cap. 2](#)).

Plano intertubercular

El plano intertubercular horizontal se une con los tubérculos sobre las crestas ilíacas (véase [fig. 6-47A](#)) y se localiza a nivel de la vértebra L5.

Cuadrantes abdominales

Es una práctica habitual dividir el abdomen en cuadrantes a través de una línea vertical y otra horizontal que se intersectan en el ombligo (véase [fig. 6-47B](#)). Los cuadrantes son el superior derecho, el superior izquierdo, el inferior derecho y el inferior izquierdo. Los términos *epigastrio* y *periumbilical* se emplean de manera poco estricta para indicar el área inferior al proceso xifoides y superior al ombligo, y el área alrededor del ombligo, respectivamente.

Puntos de referencia superficiales de las vísceras abdominales

Es muy importante el hecho de que la posición de la mayoría de las vísceras abdominales varía entre personas, e incluso entre un solo individuo. La postura y la respiración tienen una gran influencia en la posición de las vísceras. Los

siguientes órganos son más o menos fijos con respecto a su posición, y sus referencias anatómicas superficiales son relevantes desde el aspecto clínico.

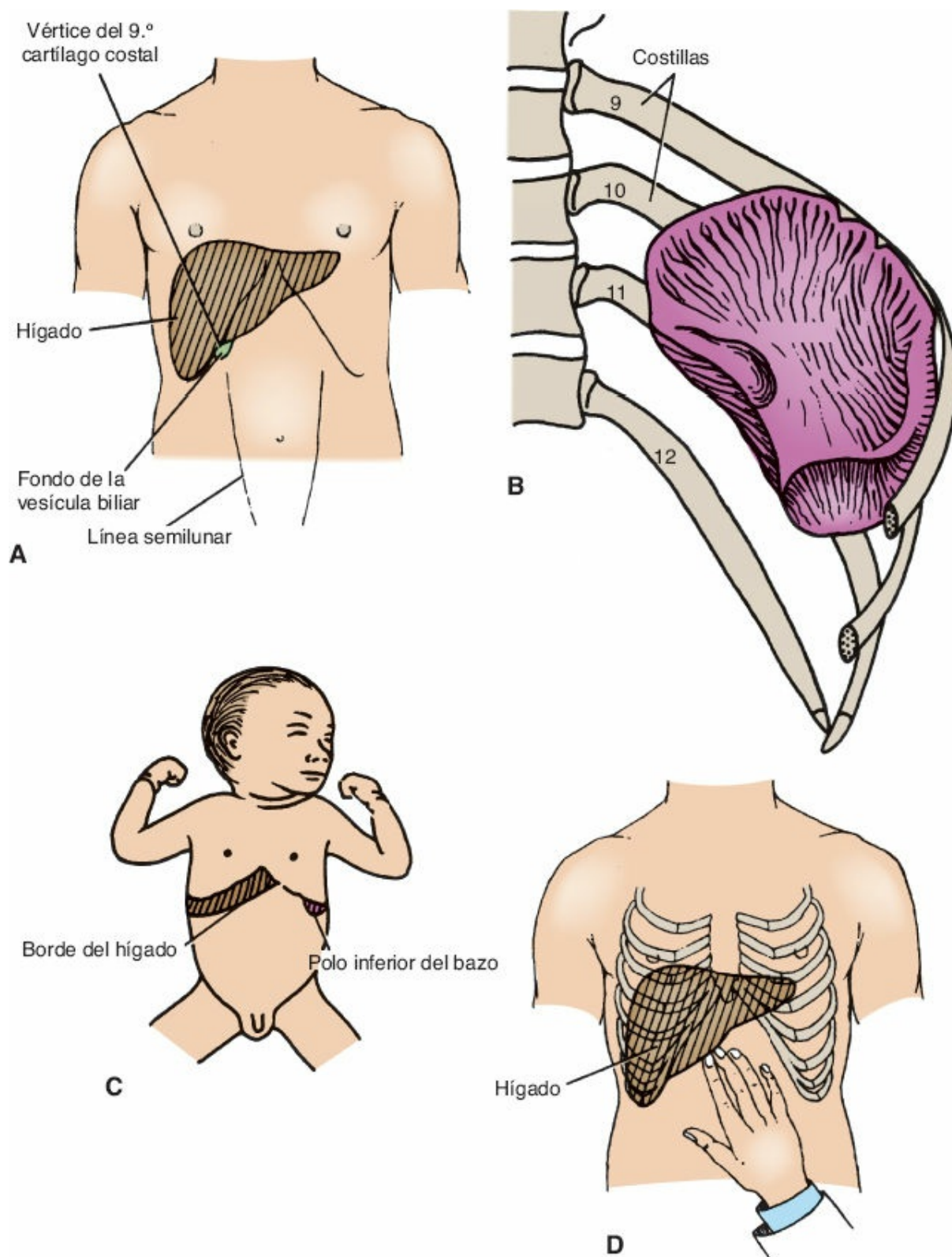


Figura 6-48 A. Marcas superficiales del hígado y el fondo de la vesícula biliar. B. Relación del hígado con las costillas. C. En el niño pequeño, pueden palpase el borde inferior del hígado normal y el polo inferior del bazo normal. D. En el adulto, el borde inferior del hígado normal puede palpase al final de la inspiración profunda.

Hígado

El hígado está cubierto por las costillas inferiores, y la mayor parte de su parénquima se encuentra en el lado derecho (fig. 6-48). En los lactantes, hasta alrededor de los 3 años de edad, el borde inferior del hígado se extiende uno o dos dedos por debajo del arco costal. En adultos con obesidad o con el músculo recto del abdomen bien desarrollado, no es posible palpar este órgano. Por otro lado, en adultos delgados, el borde inferior de este órgano puede palparse un dedo por debajo del arco costal; puede palparse con mayor facilidad cuando el paciente inspira profundamente y el diafragma se contrae, lo que descende el hígado.

Vesícula biliar

El fondo de la vesícula biliar se localiza frente al vértice del noveno cartílago costal, donde el borde lateral del músculo recto del abdomen cruza el arco costal (véase fig. 6-48).

Bazo

El bazo se localiza en el cuadrante superior izquierdo y detrás de las costillas novena a undécima (véase fig. 6-48). Su eje largo se corresponde con el de la décima costilla; en el adulto, no suele sobrepasar al frente la línea medioaxilar. En lactantes, el polo inferior del bazo puede palparse ligeramente.

Páncreas

El páncreas se halla a lo largo del plano transpilórico. La cabeza se localiza inferior y a la derecha de este; el cuello, sobre el plano; y el cuerpo y la cola, superiormente y a la izquierda.

Riñones

El riñón derecho se localiza ligeramente inferior respecto al izquierdo debido al lóbulo derecho del hígado (fig. 6-49). El polo inferior puede palparse en la región lumbar derecha al final de la inspiración profunda en una persona con músculos abdominales débiles. Cada uno de los riñones se mueve cerca de 2,5 cm verticalmente durante el movimiento respiratorio completo del diafragma. El riñón izquierdo normal, más elevado que el derecho, no es palpable.

En la pared abdominal anterior, el hilio de los riñones se localiza sobre el plano transpilórico, aproximadamente a tres dedos desde la línea media. En la cara posterior, los riñones se extienden desde la vértebra T12 hasta la vértebra L3, mientras que los hilios se localizan frente a la vértebra L1.

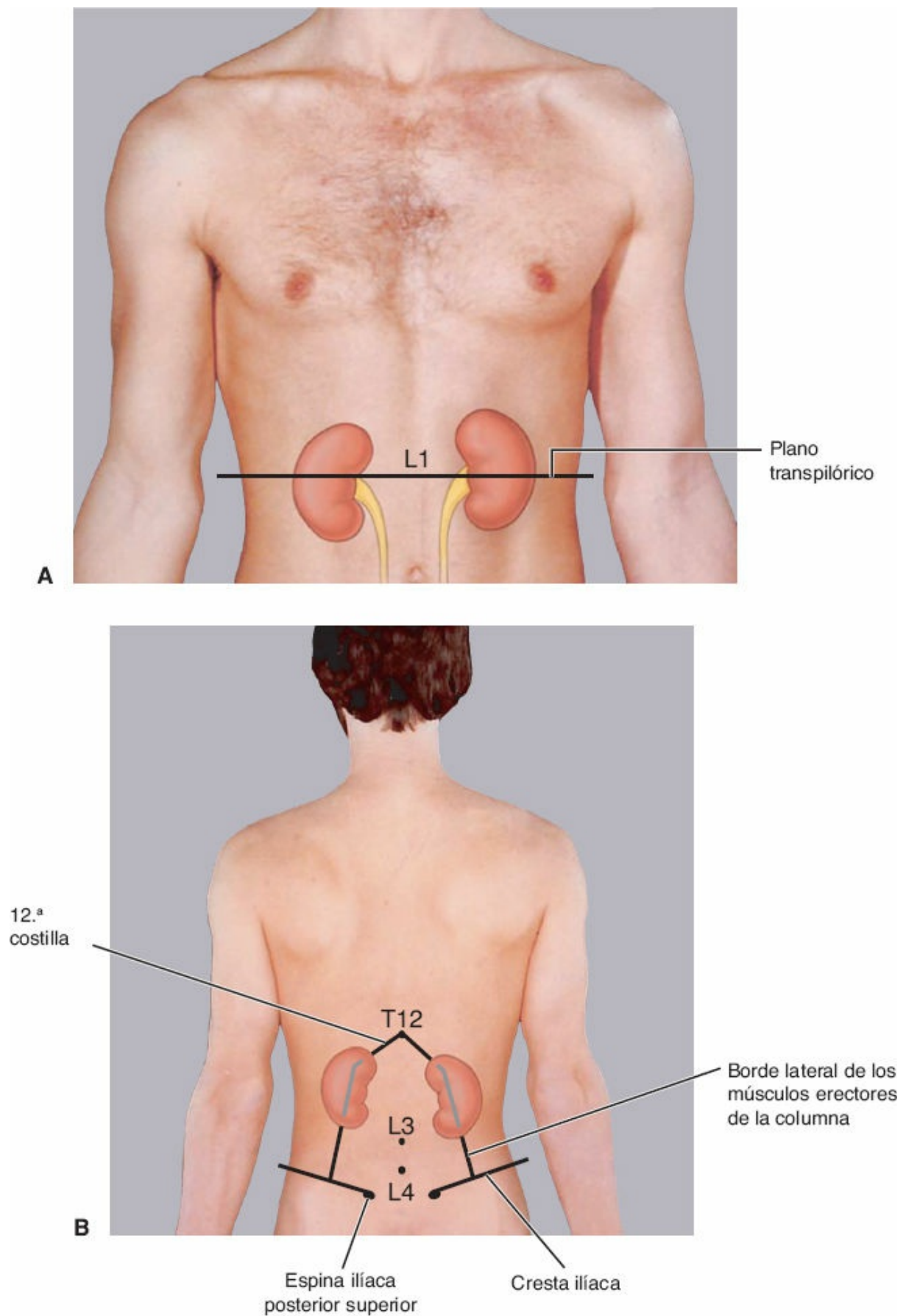


Figura 6-49. A. Anatomía de superficie de los riñones y los uréteres en la pared abdominal anterior. Obsérvese la relación del hilio de cada riñón en el plano transpilórico. B. Anatomía de superficie de los riñones en la pared abdominal posterior.

Estómago

La **unión cardioesofágica** se localiza tres dedos por debajo y a la izquierda de la unión xifoesternal (el esófago atraviesa el diafragma a nivel de la vértebra T10).

El **píloro** se halla en el plano transpilórico justo a la derecha de la línea media. La **curvatura menor** se localiza en una línea curva que conecta la unión cardioesofágica y el píloro. La **curvatura mayor** posee una posición ampliamente variable en la región umbilical o por debajo.

Duodeno (primera porción)

El duodeno se localiza en el plano transpilórico cerca de dos dedos a la derecha de la línea media.

Ciego

El ciego se localiza en el cuadrante inferior derecho. A menudo, se encuentra distendido debido a la presencia de gases, lo que provoca resonancia a la percusión. Es posible palparlo a través de la pared abdominal anterior.

Apéndice

El apéndice vermiforme se ubica en el cuadrante inferior derecho. La base del apéndice se localiza a un tercio de la longitud de la línea que une la espina ilíaca anterior superior y el ombligo (**punto de McBurney**). La posición del extremo libre del apéndice es variable.

Colon ascendente

El colon ascendente se extiende superiormente desde el ciego por el lateral de la línea vertical derecha, y desaparece bajo el arco costal derecho. Puede palparse a través de la pared abdominal anterior.

Colon transverso

El colon transverso se extiende a través del abdomen y ocupando la región umbilical. Se curva inferiormente con su concavidad mirando hacia arriba. Su posición es variable debido a que posee un mesenterio.

Colon descendente

El colon descendente se extiende inferiormente desde el arco costal izquierdo por el lateral de la línea vertical izquierda. En el cuadrante inferior izquierdo, se curva inferomedialmente para continuarse con el colon sigmoide. El colon descendente tiene un diámetro similar al del colon ascendente y puede palparse a través de la pared abdominal anterior.

Vejiga urinaria y útero gestante

La vejiga llena y el útero gestante pueden palparse a través de la porción inferior

de la pared abdominal anterior sobre la sínfisis del pubis (véase [cap. 8](#)).

Aorta

La aorta se localiza en la línea media del abdomen y se bifurca por debajo de las **arterias ilíacas comunes derecha e izquierda** frente a la vértebra L4, es decir, en el plano intercostal. Las pulsaciones de la aorta pueden palparse con facilidad a través de la porción superior de la pared abdominal anterior, inmediatamente a la izquierda de la línea media.

Arteria ilíaca externa

Las pulsaciones de esta arteria pueden percibirse cuando esta pasa inferior al ligamento inguinal para continuarse con la arteria femoral. Puede localizarse en el punto medio entre la espina ilíaca anterior superior y la sínfisis del pubis.

Conceptos clave

Osteología

- La caja torácica cubre todos, o parte de, los órganos abdominales superiores (estómago, hígado, bazo, riñones).
- El esqueleto abdominal está formado principalmente por las vértebras lumbares, el arco costal de la caja torácica y los elementos óseos ilíacos y púbicos de la pelvis.

Pared abdominal anterolateral

- La pared abdominal anterolateral está compuesta por siete capas: piel, fascia superficial, fascia profunda, fascia transversal, fascia extraperitoneal y peritoneo parietal.
- La fascia superficial se divide en dos capas: una más superficial adiposa y otra más profunda membranosa.
- La pared abdominal alberga tres grandes capas de músculo: los músculos oblicuo externo, oblicuo interno y transversal del abdomen. Además, el par de rectos abdominales forma tiras musculares verticales en ambos lados de la línea media anterior.
- La aponeurosis de las tres capas encierra al músculo recto del abdomen para formar la vaina de los rectos. La composición de las paredes anterior y posterior de la vaina es diferente sobre y debajo de la línea arqueada.
- La aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen contiene un defecto triangular, el anillo inguinal superficial. El cordón espermático (o ligamento redondo del útero) pasa a través de esta abertura. El borde inferior de la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen forma el ligamento inguinal.
- Las fibras tendinosas de los músculos transversal y oblicuo interno del abdomen se unen para formar el tendón conjunto.
- Los ramos anteriores de los seis nervios torácicos inferiores y primero lumbar (iliohipogástrico e ilioinguinal) inervan la pared abdominal anterolateral.
- Algunas referencias superficiales para la identificación de dermatomas son que T7 se encuentra en el epigastrio sobre el proceso xifoides, que T10 incluye el ombligo y que L1 se localiza justo superior a la sínfisis del pubis.
- Las principales arterias de la pared abdominal anterolateral son la epigástrica superior, la epigástrica inferior, la circunfleja ilíaca profunda, las dos intercostales posteriores inferiores y las lumbares.
- Las venas superficiales forman una red que se irradia desde el ombligo. Algunas

pequeñas venas periumbilicales conectan la red a través del ombligo y a lo largo del ligamento redondo hasta la vena porta. Lo anterior forma una anastomosis venosa portosistémica importante. Las venas profundas de la pared abdominal siguen las arterias del mismo nombre.

- El drenaje linfático de la piel de la pared abdominal anterior por encima del nivel del ombligo se dirige superiormente al grupo de nódulos axilar (pectoral) anterior. Por debajo del nivel del ombligo, la linfa drena inferolateralmente hacia los nódulos inguinales superficiales. La linfa de la piel en la cara posterior del abdomen por encima del nivel de las crestas ilíacas drena superiormente, al grupo axilar posterior. Por debajo del nivel de las crestas ilíacas, la linfa drena inferiormente a los nódulos inguinales superficiales. Los vasos linfáticos profundos siguen las arterias.
- El conducto inguinal es una vía oblicua a través de la porción inferior de la pared abdominal anterior. En hombres, el cordón espermático pasa a través de este conducto. En mujeres, lo hace el ligamento redondo del útero. El conducto se extiende desde el anillo inguinal profundo, un orificio en la fascia transversal, inferomedialmente al anillo inguinal superficial, un orificio en la aponeurosis del músculo oblicuo externo del abdomen. El conducto inguinal posee cuatro paredes: anterior, posterior, superior (techo) e inferior (suelo).
- El cordón espermático es un grupo de estructuras que pasa a través del conducto inguinal desde y hacia el testículo. Los componentes del cordón son el conducto deferente, la arteria testicular, las venas testiculares (plexo pampiniforme), los vasos linfáticos testiculares, los nervios autónomos, los vestigios del proceso vaginal y el ramo genital del nervio genitofemoral. El cordón está cubierto por tres capas concéntricas de fascia que derivan de las capas de la pared abdominal anterior.
- El escroto alberga los testículos, el epidídimo y el cordón espermático. El peritoneo parietal y la fascia de la pared abdominal contribuyen a las capas de la pared escrotal. Los labios mayores son los homólogos del escroto en la mujer.
- La linfa de la piel escrotal y la fascia, incluyendo la túnica vaginal, drena en los nódulos linfáticos inguinales superficiales. No obstante, la linfa de los testículos drena superiormente a los nódulos lumbares.
- La gónada en el hombre es el testículo, que se encuentra dentro del escroto. La túnica albugínea, una cápsula fibrosa resistente, rodea cada testículo. El epidídimo tiene una cabeza, un cuerpo y una cola.
- Existen diversos tipos de hernias abdominales: inguinal (directa o indirecta), femoral, umbilical, epigástrica, diástasis de rectos, incisional, de la línea semilunar, lumbar e interna.

Pared abdominal posterior

- Las cinco vértebras lumbares, junto con sus discos intervertebrales, las duodécimas costillas y la porción superior de la pelvis ósea componen el esqueleto de la pared abdominal posterior.
- Los músculos de la pared posterior incluyen el psoas mayor, el cuadrado lumbar, la aponeurosis de origen del transversal del abdomen y el iliaco.

Anatomía de superficie

- Algunas marcas superficiales de relevancia de la pared abdominal incluyen el porceso xifoides, el arco costal, la cresta ilíaca, el tubérculo del pubis, la sínfisis del pubis, el ligamento inguinal, el anillo inguinal superficial, los labios mayores (o el escroto), la línea alba, el ombligo y el recto del abdomen.
- Una red de líneas verticales y horizontales divide la pared abdominal en áreas de referencia para describir dicha pared y la ubicación del contenido abdominal.
- Las estructuras que se proyectan de manera fiable sobre la pared abdominal incluyen el hígado, la vesícula biliar, el bazo, el páncreas, los riñones, el estómago, el colon, el apéndice vermiforme y la aorta.



7

Abdomen. Parte II: cavidad abdominal

Un joven de 15 años acude al médico por un dolor en la parte baja de la pared anterior del abdomen. Durante la exploración, se observa una temperatura corporal de 38,3 °C, lengua saburral y dolor intenso en el cuadrante inferior derecho. Los músculos abdominales en el área son rígidos a la palpación y aumentan su tono al ejercer presión (rigidez involuntaria). Se le diagnostica apendicitis aguda.

La inflamación del apéndice suele ser una enfermedad localizada que provoca dolor a menudo irradiado al ombligo. Después, el proceso inflamatorio se extiende hasta afectar el peritoneo que reviste el apéndice, lo que produce peritonitis localizada. Si el apéndice se rompe, se produce aún más diseminación, que causa peritonitis generalizada. La inflamación del peritoneo parietal que reviste la pared anterior del abdomen produce dolor y espasmo reflejo de los músculos abdominales anteriores. Este fenómeno puede explicarse por el hecho de que los mismos nervios segmentarios inervan el peritoneo parietal, los músculos abdominales y la piel suprayacente. Este mecanismo de defensa mantiene el área afectada del abdomen en descanso de modo que el proceso inflamatorio se mantenga localizado. Para comprender los signos y los síntomas de la apendicitis, es necesario conocer la anatomía del apéndice, incluyendo su inervación, vascularización y relaciones con otras estructuras abdominales.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

- Hígado
- Vesícula biliar
- Esófago
- Estómago
- Intestino delgado
- Intestino grueso
- Páncreas
- Bazo
- Riñones
- Glándulas suprarrenales

Peritoneo

- Distribución general
- Relaciones intraperitoneales y retroperitoneales
- Ligamentos peritoneales
- Omentos
- Mesenterios
- Saco menor (bolsa omental)
- Recesos duodenales
- Pliegues cecales
- Receso intersigmoideo
- Espacios subfrénicos
- Surcos paracólicos

Inervación peritoneal
Función del peritoneo

Tubo digestivo

Esófago (porción abdominal)
Esfínter gastroesofágico
Estómago
Intestino delgado
Intestino grueso
Diferencias entre los intestinos delgado y grueso
Vascularización del tubo digestivo
Drenaje venoso del tubo digestivo

Órganos accesorios del tubo digestivo

Hígado
Árbol biliar (vías biliares)
Páncreas
Bazo

Espacio retroperitoneal

Vías urinarias

Riñones
Uréteres

Glándulas suprarrenales

Localización y descripción
Vascularización
Drenaje linfático
Inervación

Pared posterior del abdomen

Arterias de la pared posterior del abdomen
Venas de la pared posterior del abdomen
Vasos linfáticos de la pared posterior del abdomen
Nervios de la pared posterior del abdomen

Anatomía radiológica

Abdomen
Estómago
Duodeno
Yeyuno e íleon
Intestino grueso
Árbol biliar (vías biliares)
Vías urinarias
Anatomía abdominal a través de secciones transversales

Anatomía de superficie

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es describir la anatomía básica de la cavidad abdominal con la intención de comprender las relaciones topográficas y funcionales y la base de las lesiones frecuentes, el dolor, los déficits motores, los defectos congénitos, las técnicas de imagen y la exploración de superficie en general.

1. Identificar el peritoneo parietal y el visceral y los pliegues peritoneales relevantes, las reflexiones y los espacios del abdomen. Indicar cuáles de los órganos abdominopélvicos son intraperitoneales o retroperitoneales. Describir

la función y la relevancia clínica de esta distribución.

2. Identificar los órganos de la cavidad abdominal. Describir las relaciones, las características macroscópicas (forma, lóbulos, subdivisiones, fisuras, conductos, etc.), el aporte sanguíneo, la inervación, el drenaje linfático y la función de cada uno.
3. Indicar las características que diferencian las partes del intestino delgado: el duodeno, el yeyuno y el íleon. Comparar las características que distinguen el intestino grueso del delgado. Describir la variabilidad en la localización del apéndice vermiforme.
4. Trazar el trayecto del sistema biliar extrahepático desde el hígado, hacia y fuera de la vesícula biliar, y hacia el duodeno. Observar las relaciones del conducto biliar. Seguir el trayecto de las secreciones pancreáticas exocrinas desde su orígenes hasta el duodeno. Observar las relaciones de este sistema con el conducto biliar.
5. Identificar los riñones y las glándulas suprarrenales. Describir las posiciones, relaciones, inervación y vascularización normales. Identificar la trayectoria de la orina desde las estructuras macroscópicas colectoras en el riñón hasta la vejiga urinaria. Observar las relaciones de los uréteres con las estructuras circundantes.
6. Observar la trayectoria de la sangre hacia y desde el abdomen mediante la descripción de los trayectos, los patrones de ramificación y la distribución de las arterias y venas relevantes. Conocer las relaciones de estos vasos con los órganos y mesenterios adyacentes.
7. Identificar los árboles y ejes arteriales importantes y sus territorios. Observar las anastomosis entre los árboles arteriales y la relevancia de estos para la circulación colateral. Identificar y explicar la función de las arcadas arteriales dentro del abdomen. Definir y distinguir las arterias terminales anatómicas frente a las terminales funcionales. Proporcionar ejemplos de cada tipo e identificar los órganos irrigados por estas.
8. Identificar la trayectoria de la sangre desde el abdomen hasta el corazón a través de la descripción de la formación y los trayectos de las venas porta y cava. Indicar las anastomosis entre estas vías y describir la relevancia clínica de sus conexiones. Observar las relaciones importantes de las venas a lo largo de sus trayectos.
9. Identificar las vías de drenaje linfático relevantes desde los órganos y las paredes abdominales hasta los nódulos linfáticos primarios.
10. Identificar y observar las vías de los nervios abdominales somáticos y viscerales relevantes. Identificar el plexo lumbar, su origen segmentario y sus ramos periféricos importantes. Identificar los orígenes de la inervación autónoma. Describir las vías específicas implicadas en la inervación autónoma del abdomen. Describir la relevancia clínica de estas relaciones anatómicas. Describir las consecuencias funcionales de las lesiones de los nervios más importantes que inervan la pelvis y el periné.
11. Identificar las estructuras más importantes del abdomen en las radiografías y las secciones transversales.

REVISIÓN

La cavidad abdominopélvica es la región del tronco que se extiende desde el diafragma superiormente hasta la pelvis inferiormente. La entrada a la pelvis indica el límite anatómico arbitrario pero útil que divide la cavidad abdominal de la cavidad pélvica. En realidad, las regiones son un solo espacio continuo.

La cavidad abdominal contiene diversos órganos vitales, incluyendo el tubo digestivo, el hígado, los conductos biliares, el páncreas, el bazo y algunas partes

del sistema urinario. Estas estructuras se relacionan estrechamente dentro la cavidad abdominal. Por lo tanto, la enfermedad de una puede provocar fácilmente la enfermedad de otra. Las inflamaciones o las hemorragias del tubo digestivo, las neoplasias y los traumatismos penetrantes del abdomen son solo algunos de los problemas que deben enfrentar los clínicos. Son frecuentes las patologías urgentes que afectan el aparato urinario, y pueden manifestarse con síntomas diversos como dolor intenso o incapacidad para orinar. Dentro del abdomen también se localizan la aorta y sus ramas, la vena cava inferior y sus tributarias, así como la vena porta.

Hígado

El *hígado* es un órgano grande y muy vascularizado que se ubica en la parte superior de la cavidad abdominal (figs. 7-1 a 7-3). Está protegido casi en su totalidad por las costillas y los cartílagos costales, y se extiende a lo largo de la región epigástrica.

Vesícula biliar

La *vesícula biliar* es un saco con forma de pera (piriforme) que se adhiere a la cara inferior del lóbulo derecho del hígado. Su terminación cerrada, o fondo, se proyecta por debajo del borde inferior del hígado (véanse figs. 7-1 a 7-3).

Esófago

El *esófago* es una estructura tubular que une la faringe con el estómago. El esófago perfora el diafragma ligeramente a la izquierda de la línea media; después de un breve trayecto de cerca de 1,25 cm, entra en el lado derecho del estómago. Su posición es profunda, y se localiza posterior al lóbulo izquierdo del hígado (véase fig. 7-1).

Estómago

El *estómago* es la porción expandida del tubo digestivo que se encuentra entre el esófago y el intestino delgado (véanse figs. 7-1 y 7-3). Ocupa el cuadrante superior izquierdo y las regiones epigástrica y umbilical; casi toda su superficie se ubica bajo la cubierta de las costillas. Su eje longitudinal se proyecta anteroinferiormente hacia la derecha y después posterior y ligeramente superiormente.

Intestino delgado

El intestino delgado recibe este calificativo debido a que posee un menor diámetro que el intestino que le sigue, el intestino grueso. Se divide en tres regiones: duodeno, yeyuno e íleon. El **duodeno** es la primera porción del

intestino delgado, y su mayor parte se ubica profunda con respecto a la pared posterior del abdomen. Se halla en las regiones epigástrica y umbilical. Es un tubo con forma de “C” que se extiende desde el estómago, alrededor de la cabeza del páncreas, y se une al yeyuno (véase [fig. 7-1](#)). Más o menos en el punto medio de su trayecto, el duodeno recibe los conductos pancreático y biliar.

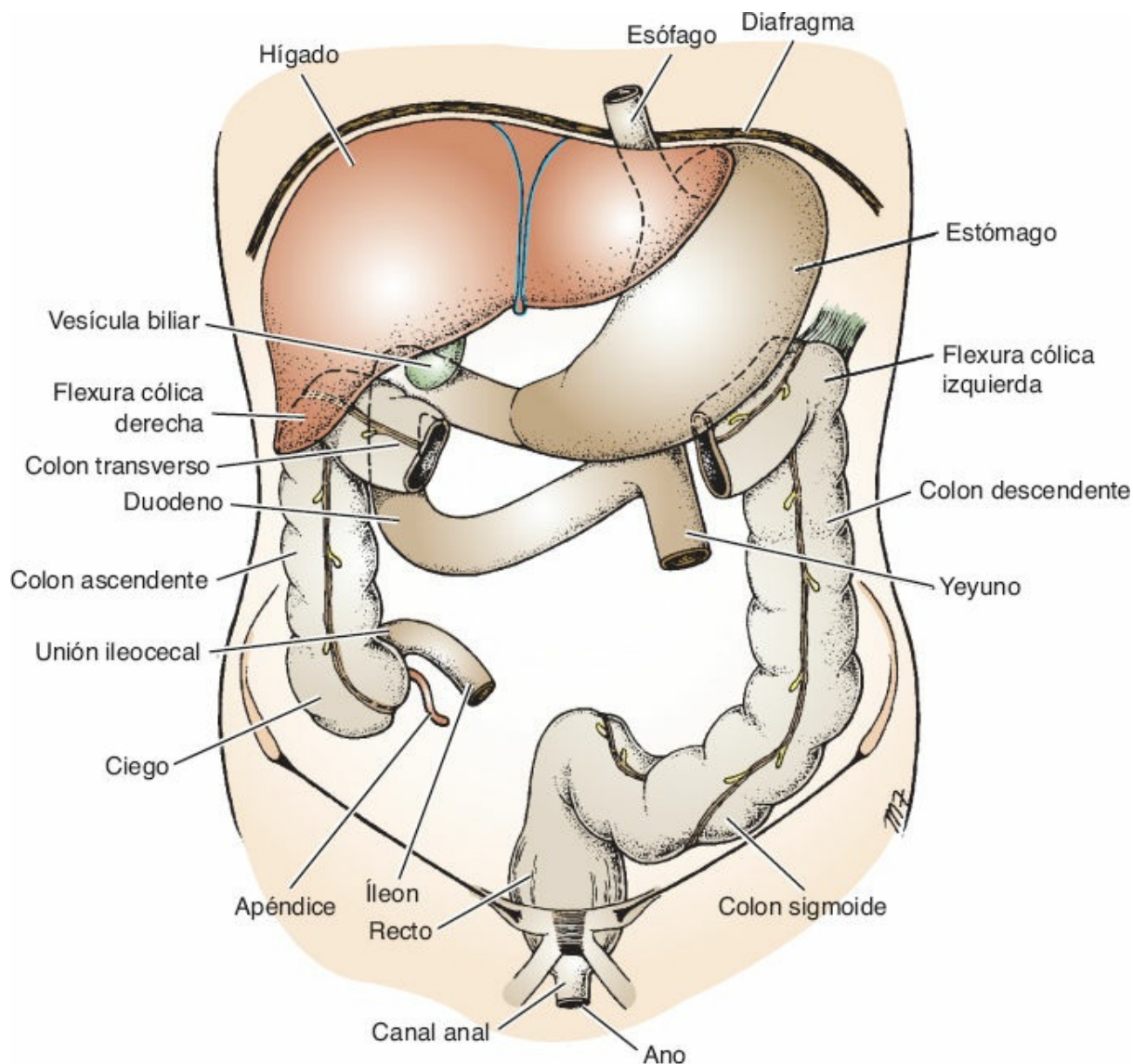


Figura 7-1 Distribución general de las vísceras abdominales.



Figura 7-2 Espécimen de hígado plastinado como se observa desde su cara posteroinferior (visceral). La vena porta se ha transfundido con plástico *blanco*, mientras que la vena cava inferior con plástico *azul oscuro*. Fuera del hígado, los conductos biliares distendidos y la vesícula biliar se han inyectado con plástico *amarillo*, mientras que la vena hepática con plástico *rojo*. A continuación, el hígado se sumergió en líquido corrosivo para eliminar el tejido hepático. Obsérvese la gran cantidad de ramificaciones de la vena porta, con sus ramificaciones terminales en color *blanco*, que entran a los conductos portales entre los lobulillos hepáticos; también son visibles las tributarias de las venas hepáticas en color *azul oscuro*.

El yeyuno y el íleon en conjunto miden cerca de 6 m de longitud. El yeyuno compone el 40% superior de toda esta longitud. El **yeyuno** comienza en la unión (flexura) duodenoyeyunal, mientras que el **íleon** termina en la unión ileocecal. Las asas del yeyuno ocupan principalmente la parte superior izquierda de la cavidad abdominal, mientras que el íleon suele ocupar la parte inferior derecha de las cavidades abdominal y pélvica (fig. 7-4).

Intestino grueso

El intestino grueso recibe este nombre porque cuenta con un diámetro mayor que el intestino que le antecede. Se divide en ciego, apéndice, colon ascendente, colon transverso, colon descendente, colon sigmoide, recto y canal anal (véase fig. 7-1). El intestino grueso se arquea alrededor de las asas del intestino delgado y las encierra (véase fig. 7-4), y suele ser más fijo que el intestino delgado.

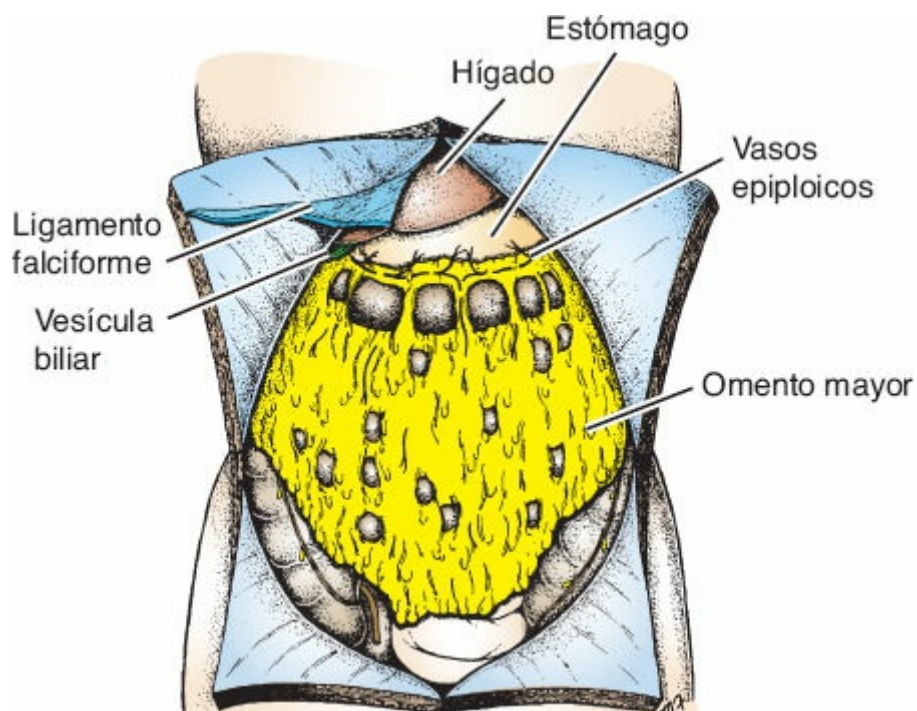


Figura 7-3 Órganos abdominales en su localización habitual. Obsérvese que el omento mayor cuelga por delante de los intestinos delgado y grueso.

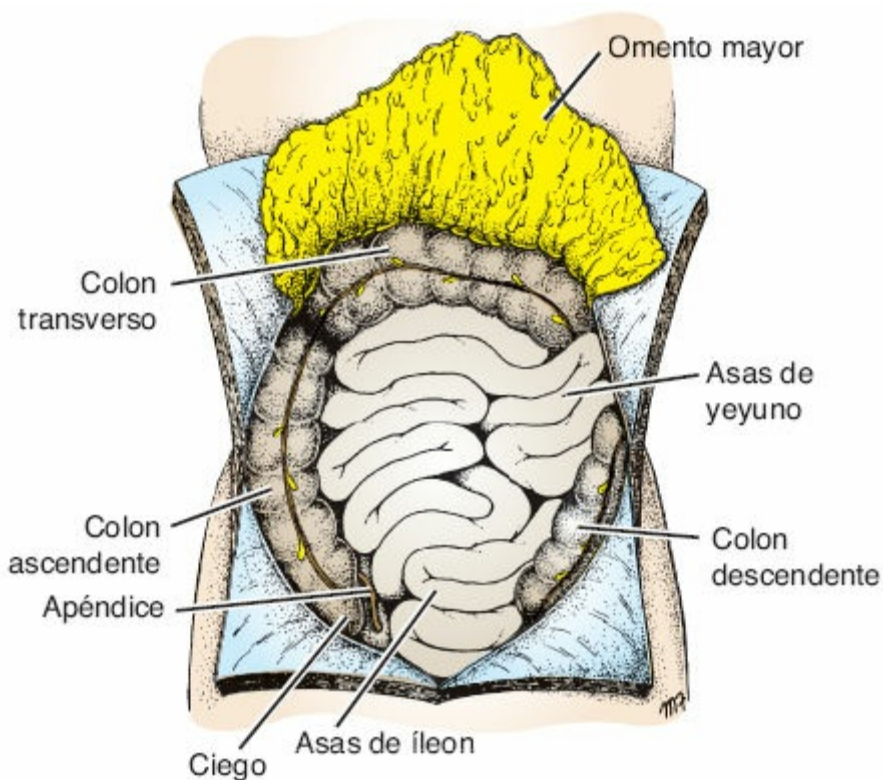


Figura 7-4 Contenido abdominal después de haber reflejado superiormente el omento mayor. Las asas del intestino delgado ocupan la parte central de la cavidad abdominal, mientras que las porciones ascendente, transverso y descendente del colon se localizan en la periferia.

El **ciego** es un saco intestinal cerrado que se proyecta inferiormente en la región ilíaca derecha, inferior a la unión ileocecal (véanse [figs. 7-1](#) y [7-4](#)). El

apéndice (o **apéndice vermiforme**) es un tubo con forma de gusano que se origina en su cara medial (véase [fig. 7-1](#)).

El **colon ascendente** se extiende superiormente desde el ciego hasta la cara inferior del lóbulo derecho del hígado, por lo que ocupa los cuadrantes superior e inferior derechos (véanse [figs. 7-1](#) y [7-4](#)). Al llegar al hígado, gira hacia la izquierda para formar la **flexura cólica derecha (hepática)**.

El **colon transverso** cruza el abdomen en la región umbilical desde la flexura cólica derecha hacia la flexura cólica izquierda. Forma una amplia curva en forma de “U”. En la posición erecta, la parte inferior de la “U” puede extenderse inferiormente hasta la pelvis. Al llegar a la región del bazo, el colon transverso se gira anteriormente para formar la **flexura cólica izquierda (esplénica)**, donde se convierte en colon descendente.

El **colon descendente** se extiende desde la flexura cólica izquierda hasta la pelvis inferiormente. Ocupa los cuadrantes superior e inferior izquierdos.

El **colon sigmoide** comienza en la entrada a la pelvis, donde es continuo con el colon descendente (véase [fig. 7-1](#)). Cuelga en la cavidad pélvica en forma de lazada que describe más o menos una “S”. Se une al recto por delante del sacro.

El **recto** ocupa la parte posterior de la cavidad pélvica. Se continúa superiormente con el colon sigmoide y desciende anterior al sacro para salir de la pelvis y perforar el suelo pélvico. En este punto se vuelve continuo con el **canal anal** en el periné.

Páncreas

El páncreas es un órgano lobulado que se extiende oblicuamente a lo largo de la pared posterior del abdomen en la región epigástrica ([fig. 7-5](#)). Se localiza posterior al estómago y se extiende desde el duodeno hasta el bazo.

Bazo

El bazo es una masa suave de tejido linfático que ocupa la parte superior izquierda del abdomen, entre el estómago y el diafragma (véase [fig. 7-5](#)). Discurre a lo largo del eje longitudinal de la 10.^a costilla izquierda.

Riñones

Los riñones son dos órganos pardos localizados en la parte superior de la pared superior del abdomen, uno a cada lado de la columna vertebral (véase [fig. 7-5](#)). El riñón izquierdo es ligeramente superior al derecho (el lóbulo izquierdo del hígado es de menor tamaño que el lóbulo derecho). Cada riñón da lugar a un **uréter** que discurre vertical e inferiormente sobre el músculo psoas.

Glándulas suprarrenales

Las glándulas suprarrenales son dos órganos amarillentos que se localizan en los

polos superiores de los riñones (véase [fig. 7-5](#)) en la pared posterior del abdomen.

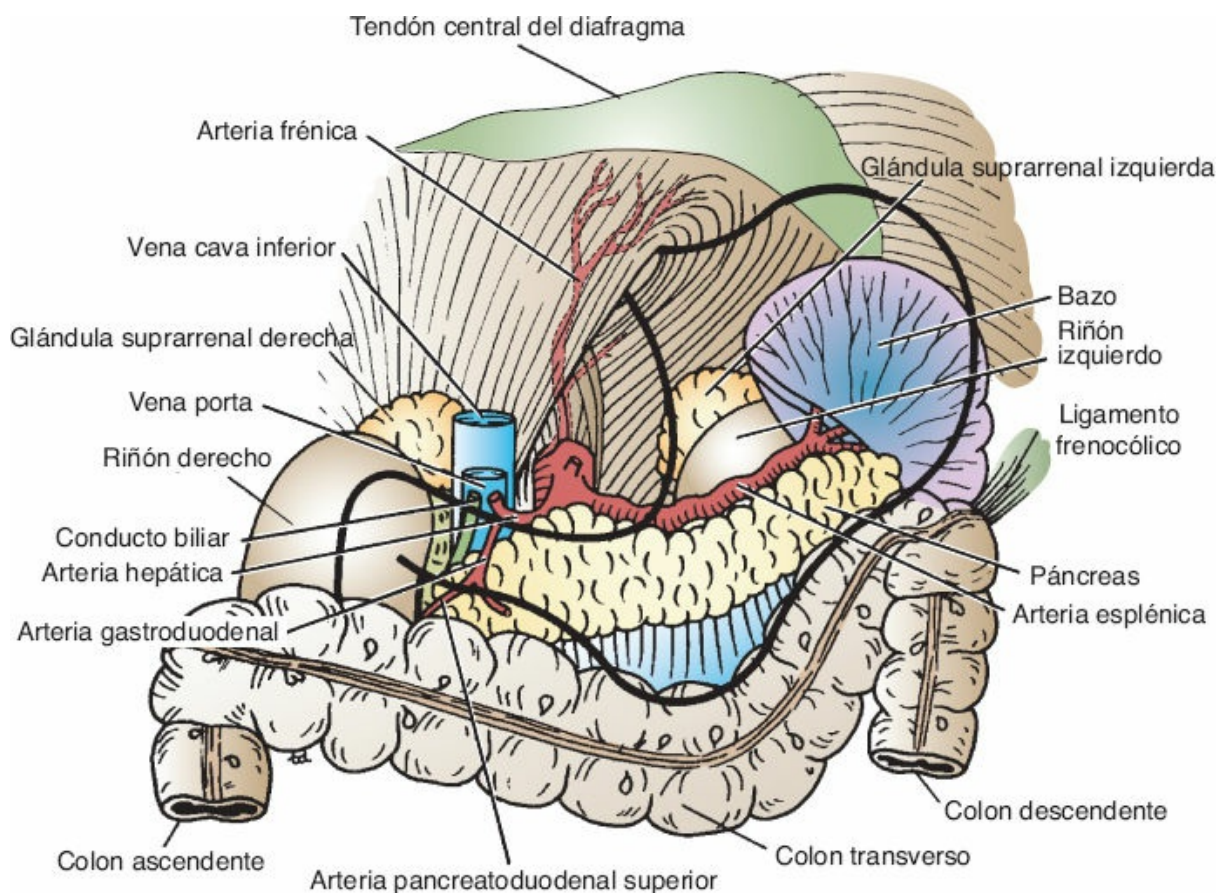


Figura 7-5 Estructuras localizadas en la pared posterior del abdomen por detrás del estómago.

PERITONEO

El peritoneo es una delgada membrana serosa que reviste las paredes de las cavidades abdominal y pélvica, además de las vísceras ([fig. 7-6](#); véase también [fig. 7-5](#)). El peritoneo puede considerarse un globo que comprime los órganos desde el exterior.

Distribución general

El **peritoneo parietal** reviste las paredes de la cavidad abdominopélvica, mientras que el **peritoneo visceral** cubre los órganos. El espacio potencial entre las capas visceral y parietal, que es el interior del globo, se conoce como **cavidad peritoneal**. En los hombres, esta es una cavidad cerrada. En las mujeres, la cavidad se comunica con el exterior mediante las trompas uterinas, el útero y la vagina.

Una capa de tejido conjuntivo, conocida como **tejido extraperitoneal**, se localiza entre el peritoneo parietal y el revestimiento fascial de las paredes abdominal y pélvica. En el área de los riñones, el tejido contiene gran cantidad de grasa, que sostiene a ambos órganos.

La cavidad peritoneal es la mayor cavidad del organismo; se divide en dos partes: el saco mayor y el saco menor (bolsa omental) ([fig. 7-7](#); véase también [fig. 7-6](#)). El **omento mayor** es el compartimento principal y se extiende desde el diafragma hasta la pelvis. El **omento menor** es pequeño y se localiza posterior al estómago. Los sacos mayor y menor tienen comunicación libre entre sí a través de una ventana ovalada denominada **abertura del saco menor** o **foramen epiploico** (véase [fig. 7-6B](#)). El peritoneo secreta una pequeña cantidad de líquido seroso, el **líquido peritoneal**, que lubrica las superficies del peritoneo y permite el movimiento libre entre las vísceras.

Relaciones intraperitoneales y retroperitoneales

Los términos *intraperitoneal* y *retroperitoneal* describen la relación de los diversos órganos con el revestimiento peritoneal. Un órgano es intraperitoneal cuando se halla revestido casi por completo por el peritoneo visceral. Algunos ejemplos de órganos intraperitoneales son el estómago, el yeyuno, el íleon y el bazo. Los órganos retroperitoneales se localizan posteriores al peritoneo, y el peritoneo visceral solo los reviste parcialmente. El páncreas y las porciones ascendente y descendente del colon son algunos de los órganos retroperitoneales. No obstante, en realidad ningún órgano se ubica dentro de la cavidad peritoneal. Por ejemplo, un órgano intraperitoneal como el estómago parece estar rodeado por la cavidad peritoneal, pero en realidad está recubierto de peritoneo visceral y se une con otros órganos a través de omentos.

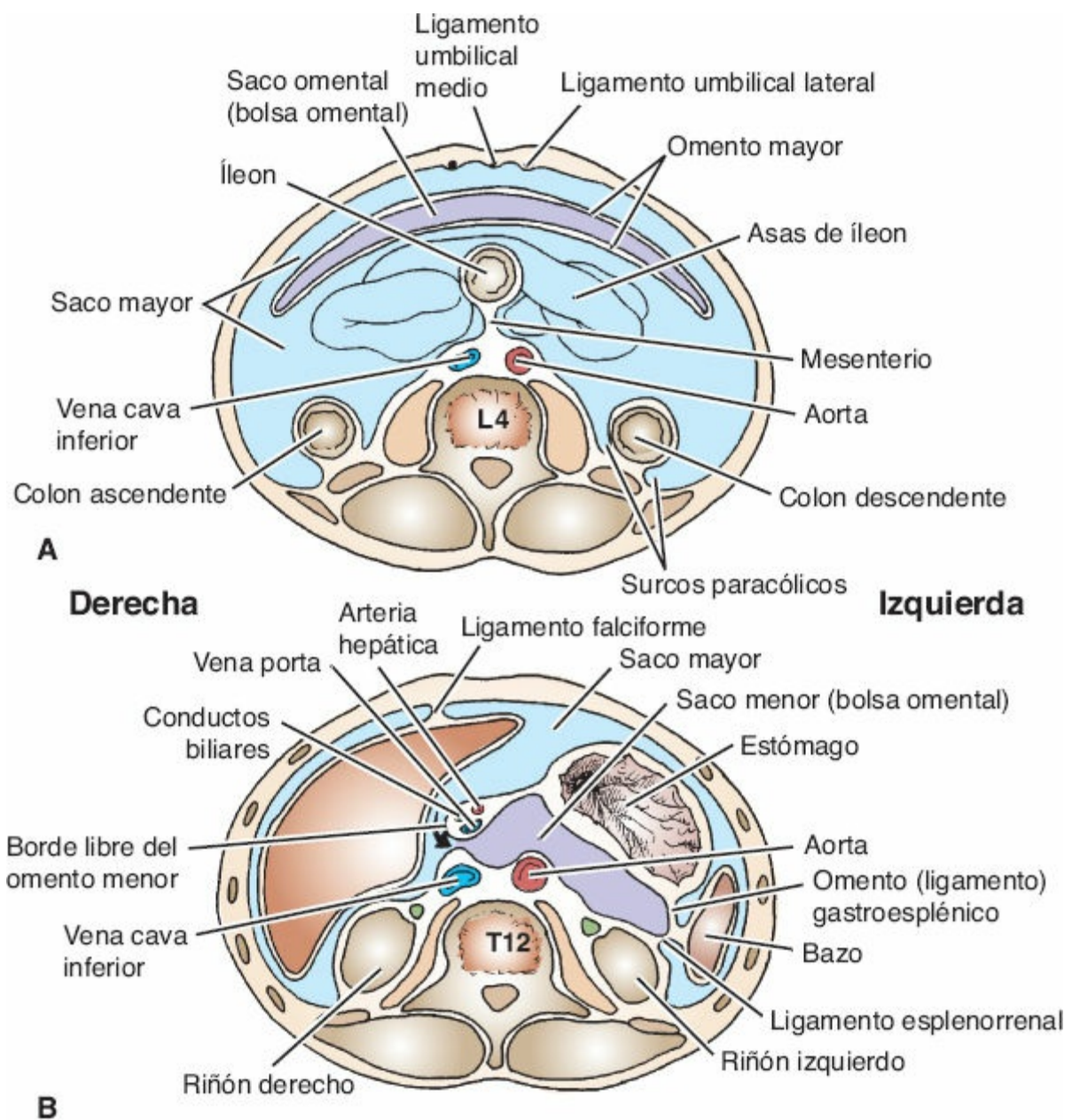


Figura 7-6 Secciones transversales del abdomen que muestran la disposición del peritoneo. **A.** A nivel de L4. **B.** A nivel de T12. La *flecha* en **B** indica la posición de la abertura del saco menor (bolsa omental). Estas secciones se muestran desde una vista inferior.

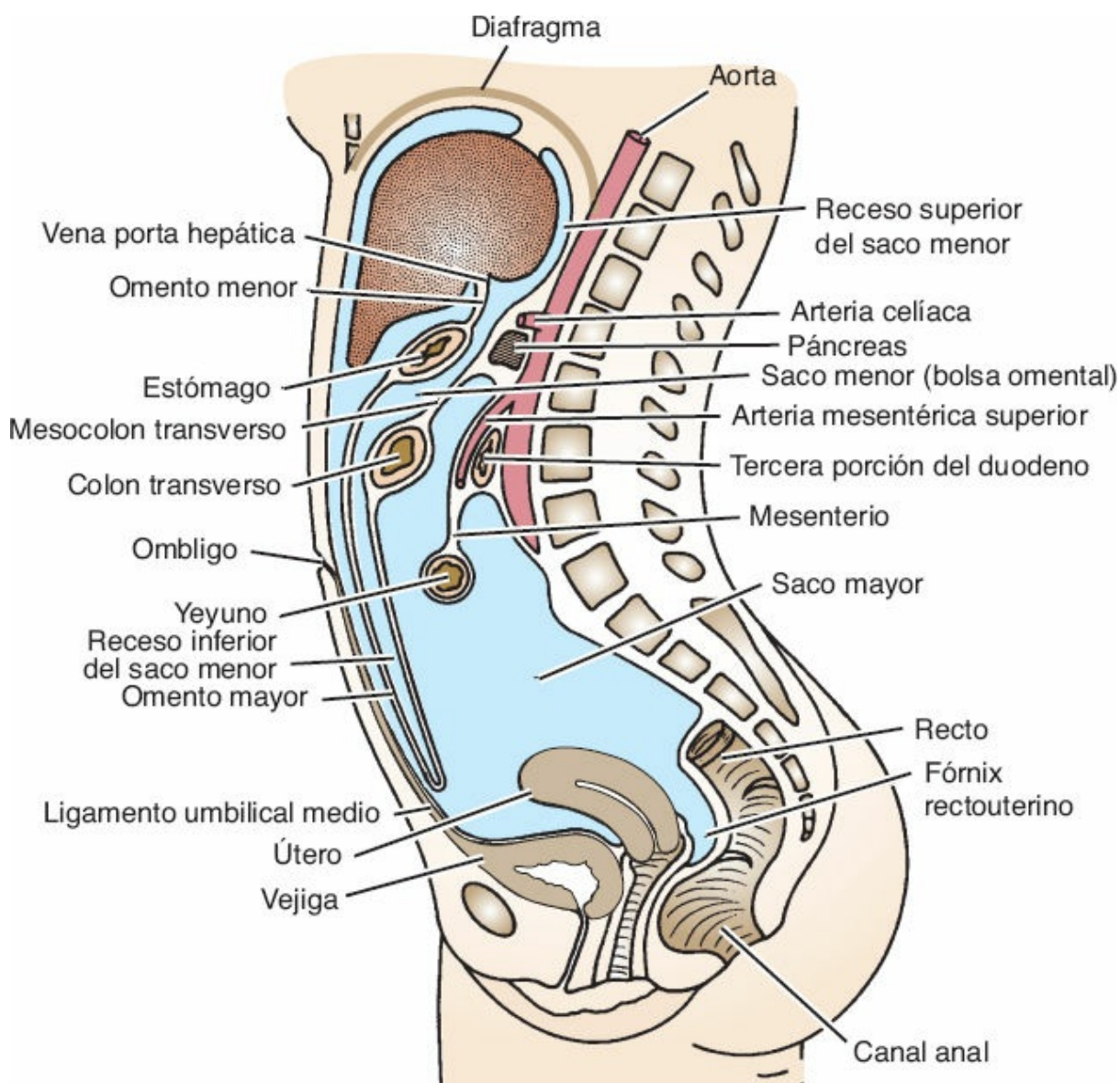


Figura 7-7 Sección sagital de un abdomen femenino que muestra la distribución del peritoneo.

Ligamentos peritoneales

Los ligamentos peritoneales son pliegues peritoneales de doble capa que conectan las vísceras sólidas con las paredes abdominales. El hígado, por ejemplo, se conecta con el diafragma a través del **ligamento falciforme**, el **ligamento coronario** y los **ligamentos triangulares izquierdo y derecho** (figs. 7-8 a 7-10).

Omentos

Los omentos son pliegues peritoneales de doble capa que conectan el estómago con otras vísceras. El **omento mayor** une la curvatura mayor del estómago con el colon transverso (véase fig. 7-3). Cuelga como un delantal por delante de las asas de intestino delgado y se repliega sobre sí mismo para unirse al colon transverso (véase fig. 7-7). El **omento menor** sostiene la curvatura menor del

estómago y el duodeno proximal desde la fisura del ligamento venoso y el porta hepático en la superficie inferior del hígado. El omento (**ligamento**) gastroesplénico conecta el estómago con el hilio del bazo (véase [fig. 7-6](#)).

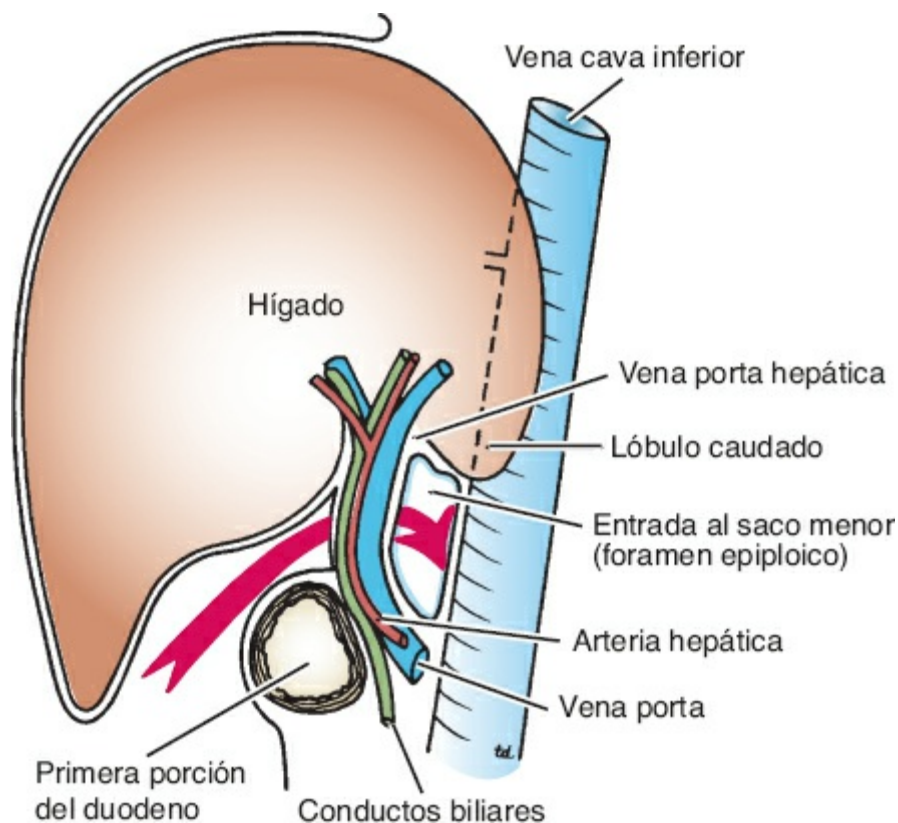


Figura 7-8 Sección sagital a través de la entrada del saco menor (bolsa omental), que muestra las estructuras relevantes que forman los límites de la abertura (obsérvese la *flecha* que pasa desde el saco mayor a través del foramen epiploico en el saco menor).

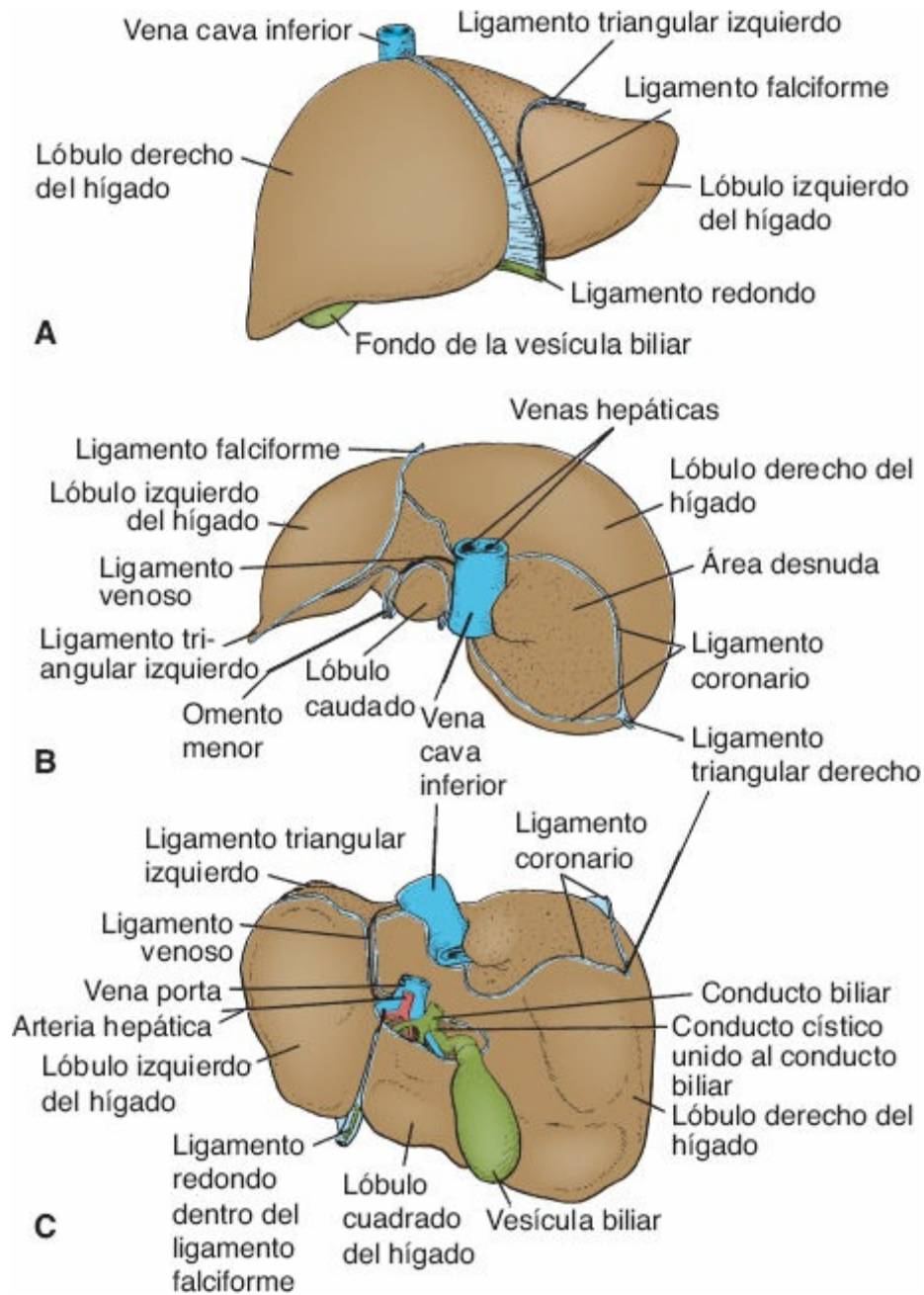


Figura 7-9 Vistas anterior (A), superior (B) y posterior (C) del hígado. Nótese la posición de las reflexiones peritoneales, las áreas desnudas y los ligamentos peritoneales.

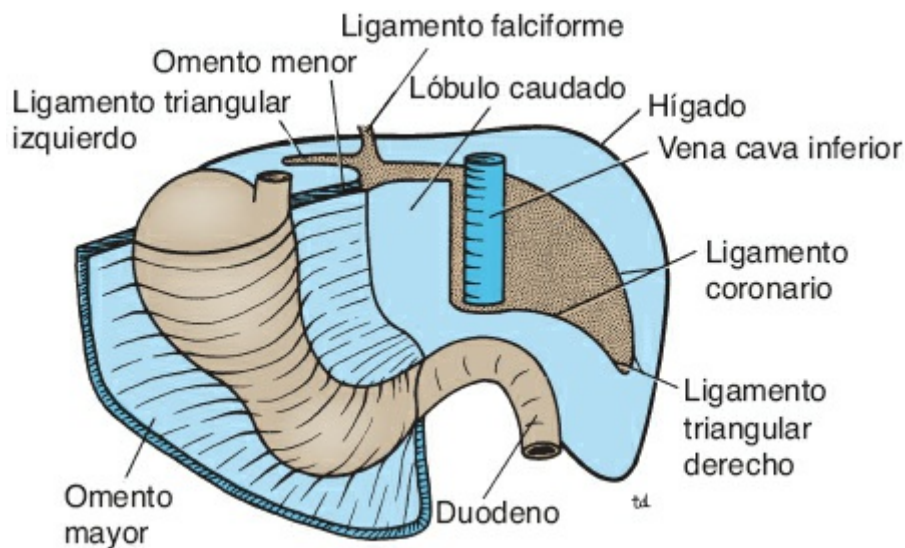


Figura 7-10 Unión del omento menor al estómago y la cara posterior del hígado.

Mesenterios

Los mesenterios son pliegues peritoneales de doble capa que conectan porciones de intestino con la pared posterior del abdomen, por ejemplo, el **mesenterio del intestino delgado**, el **mesocolon transverso** y el **mesocolon sigmoide** (véase [fig. 7-7](#); véase también [fig. 7-13](#)).

Los ligamentos peritoneales, los omentos y los mesenterios funcionan como puentes que permiten que la sangre, los vasos linfáticos y los nervios lleguen a las vísceras.

La extensión del peritoneo y la cavidad peritoneal debe estudiarse en las secciones sagital y transversa que se muestran en las [figuras 7-6 y 7-7](#).

Saco menor (bolsa omental)

El saco menor (bolsa omental) se localiza posterior al estómago y el omento menor ([fig. 7-11](#); véanse también [figs. 7-6 y 7-7](#)). Se extiende superiormente tanto como el diafragma e inferiormente entre las capas del omento mayor. El borde izquierdo del saco está compuesto por el bazo, el omento (ligamento) gastroesplénico y el ligamento esplenorrenal. El borde derecho se abre hacia el saco mayor (la parte principal de la cavidad) a través de la **abertura del saco menor** o **foramen epiploico** (véanse [figs. 7-8 y 7-11](#)).

El foramen epiploico posee los siguientes límites:

- **Anteriormente.** Borde libre del omento menor, conducto biliar, arteria hepática y vena porta.
- **Posteriormente.** Vena cava inferior.
- **Superiormente.** Proceso caudado del lóbulo caudado hepático.
- **Inferiormente.** Primera porción del duodeno.

Recesos duodenales

Pueden observarse cuatro pequeños sacos de peritoneo cerca de la unión duodenoyeyunal denominados *recesos duodenal superior*, *duodenal inferior*, *paraduodenal* y *retroduodenal* (fig 7-12).

Pliegues cecales

Las capas de peritoneo cercanas al ciego producen tres pliegues cecales denominados *ileocecal superior*, *ileocecal inferior* y *retrocecal* (fig. 7-13A).

Receso intersigmoideo

El receso intersigmoideo es un vértice con la raíz invertida, con forma de “V”, del **mesocolon sigmoide** (véase fig. 7-13B). Posee una abertura inferior.

Espacios subfrénicos

Los espacios (recesos) subfrénicos **derecho** e **izquierdo** se localizan entre el diafragma y el hígado, a cada lado del ligamento falciforme (fig. 7-14). El **espacio subfrénico posterior derecho** se halla entre el lóbulo derecho del hígado, el riñón derecho y la flexura cólica derecha (fig. 7-15). El **espacio extraperitoneal derecho** se localiza entre las capas del ligamento coronario y, por lo tanto, se ubica entre el hígado y el diafragma.

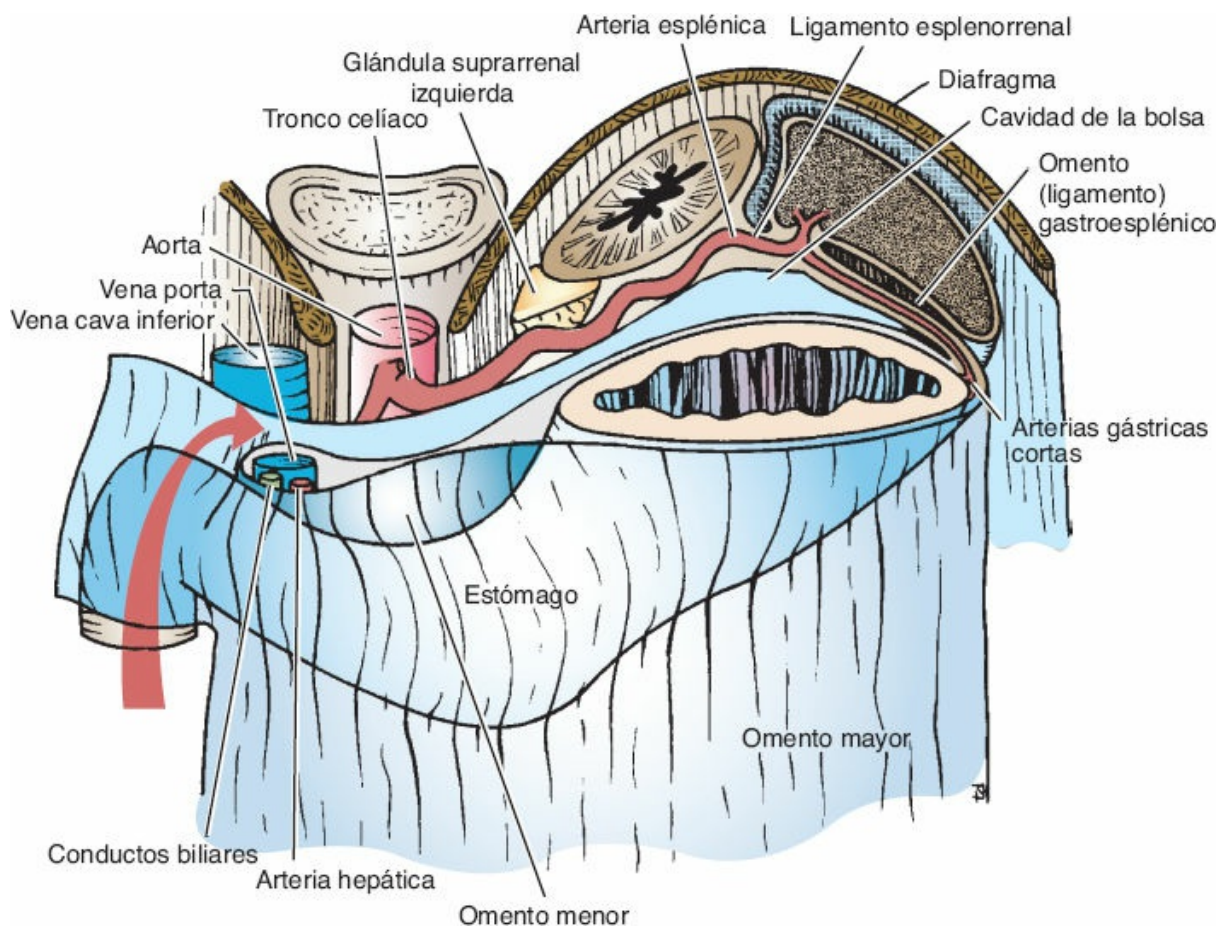


Figura 7-11 Sección transversal del saco menor (bolsa omental) que muestra la disposición del peritoneo en la formación del omento menor, el omento (ligamento) gastroesplénico y el ligamento esplenorrenal. La *flecha* indica la posición de la abertura del saco menor (bolsa omental).

Surcos paracólicos

Los surcos paracólicos se localizan en las caras lateral y medial del colon ascendente y descendente, respectivamente (véanse [figs. 7-6, 7-14 y 7-25](#)).

Los espacios subfrénicos y los surcos paracólicos tienen relevancia clínica por ser lugares de acumulación y movimiento de líquido peritoneal infectado (véanse las *Notas clínicas*).

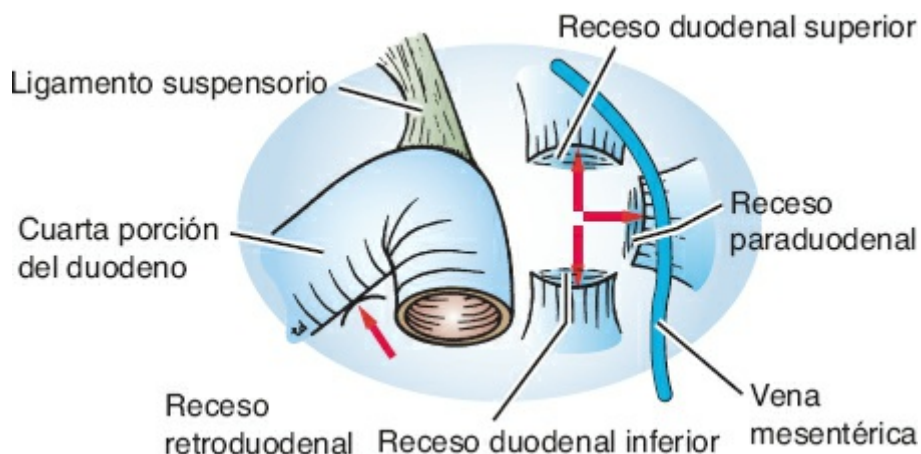


Figura 7-12 Recesos peritoneales, que pueden estar presentes en la región de la unión duodenoyeyunal. Obsérvese la presencia de la vena mesentérica inferior en el pliegue peritoneal, que forma el receso paraduodenal.

Inervación peritoneal

El **peritoneo parietal**, al igual que la pleura parietal, es sensible al dolor, la temperatura, el tacto y la presión. El peritoneo parietal que reviste la pared anterior del abdomen es inervado por los seis nervios torácicos inferiores y el primero lumbar (los mismos nervios que inervan los músculos y la piel suprayacentes). Los nervios frénicos inervan la parte central del peritoneo diafragmático. Los seis nervios torácicos inferiores inervan el peritoneo diafragmático periférico. El nervio obturador, un ramo del plexo lumbar, inerva principalmente el peritoneo parietal de la pelvis.

El **peritoneo visceral**, al igual que la pleura visceral, es sensible solo al estiramiento y al desgarrar, pero no al tacto, la presión o la temperatura. Este tiene inervación de los nervios viscerales aferentes viscerales o mesentéricos. La sobredistensión de una víscera produce dolor, y los mesenterios de los intestinos grueso y delgado son sensibles al estiramiento mecánico.

Función del peritoneo

El líquido peritoneal, que es amarillo pálido y algo viscoso, contiene leucocitos. Es secretado por el peritoneo y garantiza el fácil deslizamiento de las vísceras móviles las unas sobre las otras. Como consecuencia del movimiento del diafragma y los músculos abdominales, junto con los movimientos peristálticos del tubo digestivo, el líquido peritoneal no es estático. La evidencia experimental ha indicado que las partículas que se introducen en la porción inferior de la cavidad peritoneal alcanzan los espacios peritoneales subfrénicos rápidamente, con independencia de la posición del cuerpo. El movimiento intraperitoneal de líquido hacia el diafragma parece ser continuo (véase [fig. 7-14](#)). En este punto es rápidamente absorbido hacia los capilares linfáticos subperitoneales.

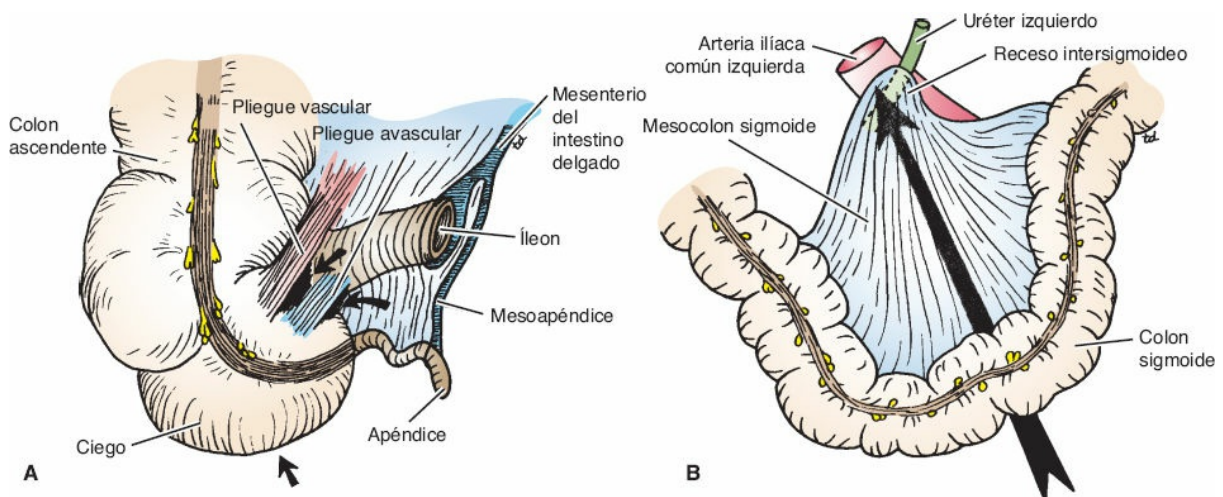


Figura 7-13 Receso peritoneal (*flechas*) en la región del ciego (A) y el receso relacionado con el mesocolon sigmoide (B).

Ello puede explicarse debido a que el área del peritoneo en la región diafragmática es amplia, y los movimientos respiratorios del músculo ayudan a que la linfa se dirija hacia los vasos linfáticos.

Los revestimientos peritoneales del intestino suelen unirse (adherirse) en presencia de infección. El omento mayor, que se mantiene en movimiento por los movimientos peristálticos del tubo digestivo adyacente, puede adherirse a otras superficies peritoneales alrededor de una infección localizada. Así, una buena cantidad de las infecciones intraperitoneales logran aislarse y permanecer limitadas.

Los pliegues peritoneales tienen una función relevante de sostén de los diversos órganos que se localizan dentro de la cavidad peritoneal, y sirven como vías para el transporte de vasos sanguíneos y linfáticos y nervios hacia estos órganos.

Los ligamentos peritoneales y los mesenterios, en especial el omento mayor, pueden almacenar grandes cantidades de tejido adiposo.

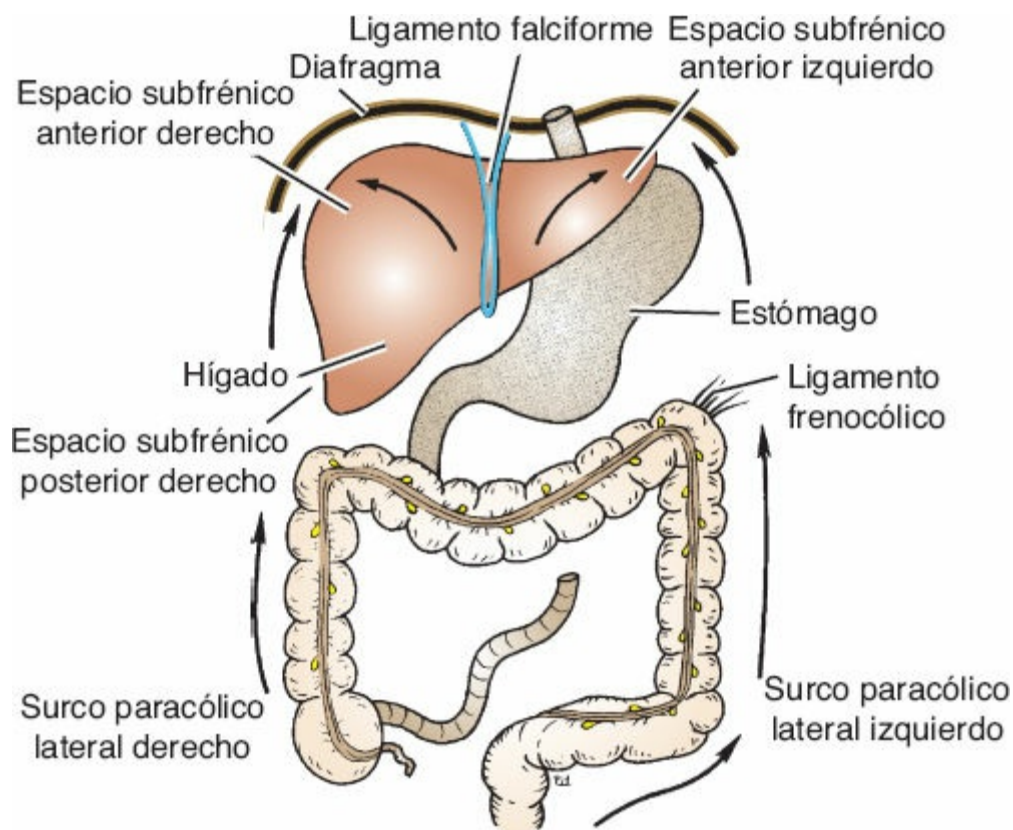


Figura 7-14 Dirección normal del flujo de líquido peritoneal desde diferentes partes de la cavidad peritoneal hacia los espacios subfrénicos.

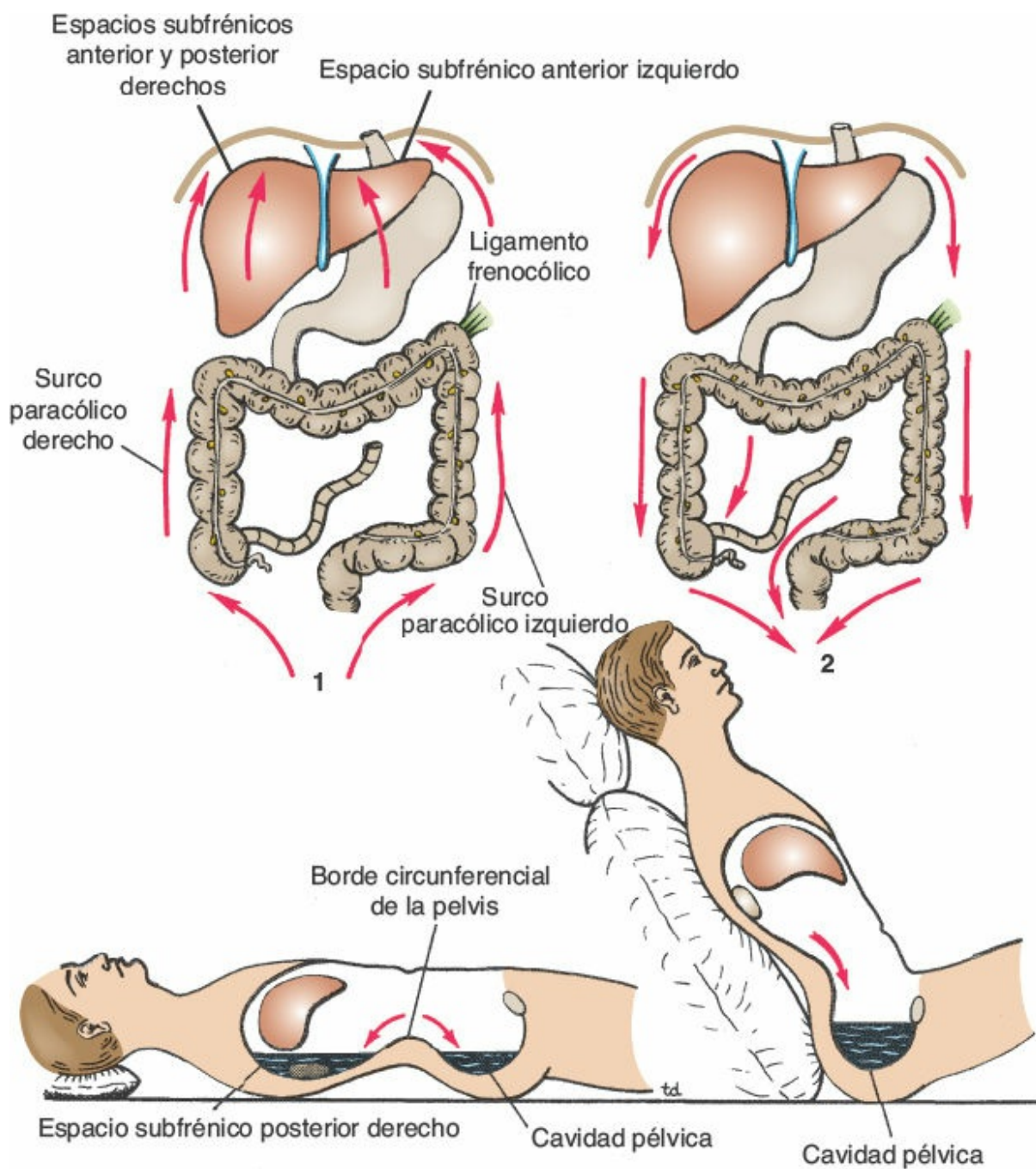


Figura 7-15 Dirección del flujo de líquido peritoneal. 1) Flujo normal superior hacia los espacios subfrénicos. 2) Flujo del exudado inflamatorio en caso de peritonitis. 3) Dos ubicaciones de acumulación habitual del exudado inflamatorio cuando el paciente se coloca en posición supina. 4) Acumulación del exudado inflamatorio en la pelvis cuando el paciente se coloca en posición inclinada.



Notas clínicas

Peritoneo y cavidad peritoneal

La cavidad peritoneal está dividida en una parte superior dentro del abdomen y una parte inferior en la pelvis. La parte abdominal se divide aún más por las muchas reflexiones peritoneales en importantes recesos y espacios, que, a su vez, continúan hacia los surcos paracólicos (véase [fig. 7-15](#)).

Movimiento del líquido peritoneal

Las inserciones del mesocolon transversal y el mesenterio del intestino delgado a la pared posterior del abdomen proporcionan barreras peritoneales naturales que evitan el paso de líquido peritoneal infectado desde la parte superior hasta la parte inferior de la cavidad peritoneal. Obsérvese que, cuando un paciente está en posición supina, el espacio peritoneal subfrénico derecho y la cavidad pélvica son las partes más inferiores de la cavidad peritoneal; la región del borde circunferencial pélvico es la más superior.

La **ascitis** se caracteriza por una acumulación excesiva de líquido peritoneal dentro de la cavidad peritoneal; puede presentarse como consecuencia de cirrosis (congestión de la vena porta), neoplasia (cáncer de ovario) o insuficiencia cardíaca congestiva (congestión venosa sistémica). En un paciente delgado, para que la ascitis pueda reconocerse clínicamente debe haber una acumulación de líquido peritoneal de al menos 1 500 mL. En personas con obesidad, la acumulación debe ser mucho mayor. La extracción de líquido peritoneal de la cavidad se describe en el [capítulo 6](#) (*Notas clínicas*, en la sección sobre paracentesis abdominal).

Infección peritoneal

Es posible que la infección penetre la cavidad peritoneal a través de diversas vías: desde el interior del tubo digestivo y la vesícula biliar, a través de la pared anterior del abdomen, por las trompas uterinas (peritonitis gonocócica en adultos y peritonitis neumocócica en niños) y desde la sangre.

La acumulación de líquido peritoneal en uno de los **espacios subfrénicos** a menudo se acompaña de infección en la cavidad pleural. En pacientes con un absceso subfrénico, es frecuente encontrar pus localizado en el espacio pleural (**empiema**). Se cree que la infección se disemina a través de los vasos linfáticos desde el peritoneo hasta la pleura. Los pacientes con absceso subfrénico pueden presentar asimismo, dolor en el hombro. Este síntoma también se observa en acumulaciones de sangre por debajo del diafragma, que irritan el peritoneo diafragmático parietal. La piel del hombro es inervada por los nervios supraclaviculares (C3 y C4), que tienen el mismo origen segmentario que los nervios frénicos, que irrigan el peritoneo en el centro de la cara inferior del diafragma.

Para evitar la acumulación de líquido infectado en los espacios subfrénicos y retrasar la absorción de toxinas derivadas de las infecciones intraperitoneales, una práctica frecuente de enfermería consiste en sentar al paciente sobre la cama en un ángulo de 45°. En esta posición, el líquido peritoneal infectado suele descender hacia abajo en la cavidad pélvica, donde la velocidad de absorción de toxinas es lenta (véase [fig. 7-15](#)).

Omento mayor

Los cirujanos a menudo se refieren al omento mayor como el “policía abdominal”. Los bordes inferior y derecho e izquierdo son libres, y se mueven alrededor de la cavidad peritoneal en respuesta a los movimientos peristálticos del intestino.

Localización de la infección

En los primeros 2 años de vida, el desarrollo del omento no se ha completado, de modo que ofrece menor protección en niños pequeños. Más adelante, por ejemplo, en caso de inflamación del apéndice, el exudado provoca que el omento se adhiera al apéndice y se envuelva a sí mismo alrededor del órgano infectado ([fig. 7-16](#)). Gracias a ello, la infección a menudo permanece localizada en una pequeña área de la cavidad peritoneal, por lo que se evita que el paciente sufra peritonitis difusa grave.

Obstrucción herniaria

Se ha observado que el omento mayor obstruye el cuello de los sacos herniarios y previene la entrada de asas del intestino delgado.

Cirugía del omento mayor

En ocasiones, el omento es utilizado en cirugía para reforzar una anastomosis intestinal o cerrar una úlcera gástrica o duodenal.

Torsión

El omento mayor puede sufrir torsión, que, cuando es extensa, puede obstruir el aporte sanguíneo a una parte de este y causar necrosis.

Dolor peritoneal

Los seis nervios torácicos inferiores y el primero lumbar inervan el peritoneo parietal que reviste la pared anterior del abdomen. El dolor abdominal que se origina del peritoneo parietal es somático y puede localizarse con precisión. Habitualmente es grave (véanse las *Notas clínicas* sobre dolor abdominal).

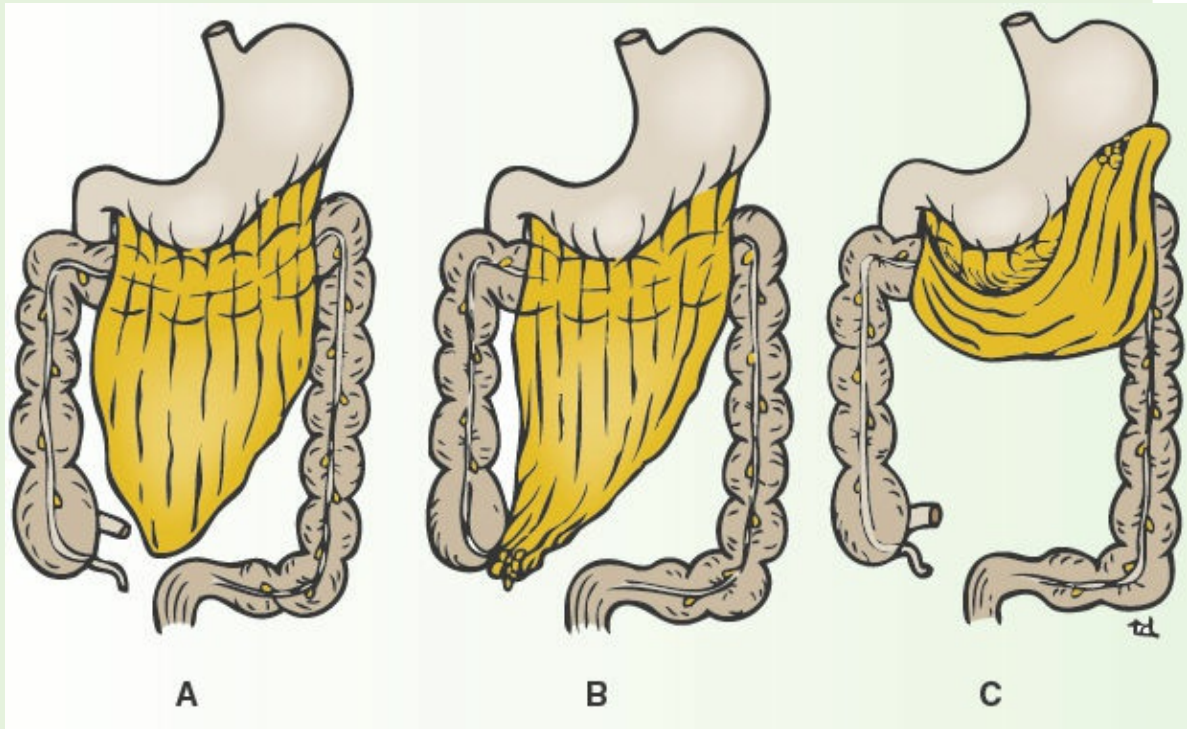


Figura 7-16 Diversas alteraciones del omento mayor. **A.** Omento mayor normal. **B.** Omento mayor envuelto alrededor del apéndice inflamado. **C.** Omento mayor adherido a la base de una úlcera gástrica. Una de las funciones relevantes del omento mayor es limitar la extensión de las infecciones intraperitoneales.

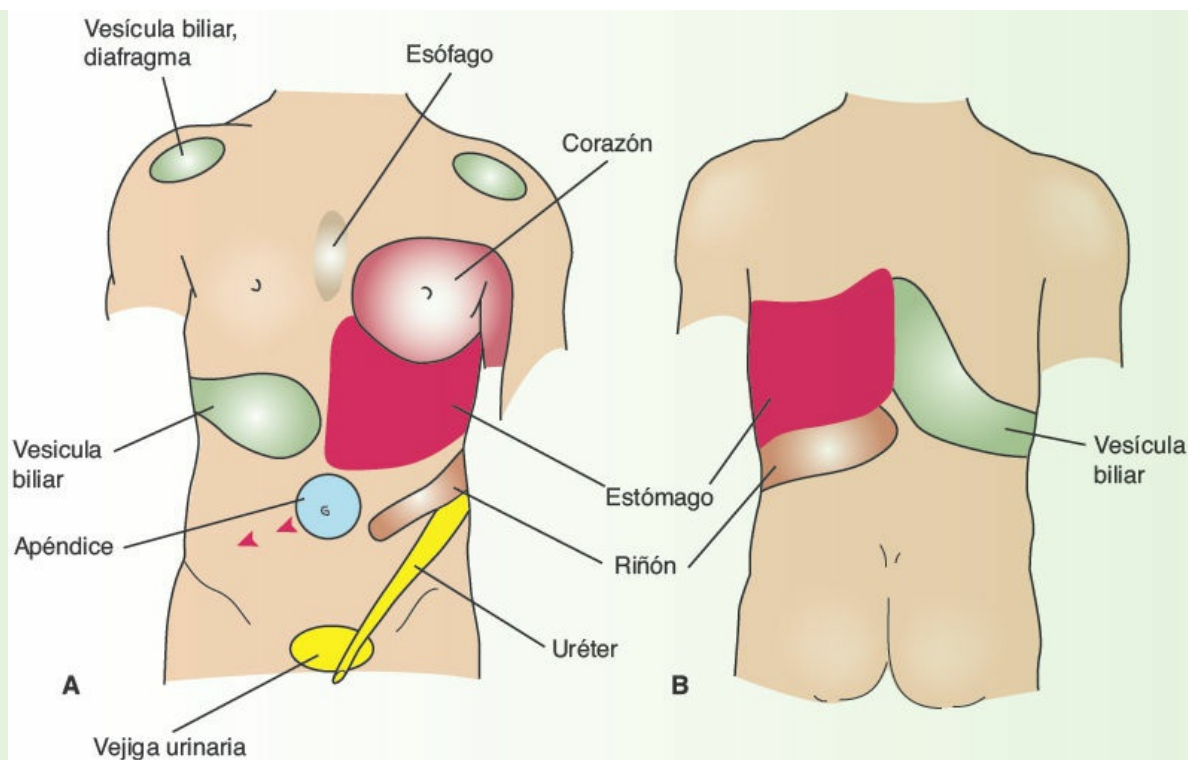


Figura 7-17 Algunas de las áreas de la piel implicadas en el dolor visceral referido. **A.** Cara anterior del tronco. **B.** Cara posterior del tronco.

Un peritoneo parietal inflamado es extremadamente sensible al estiramiento. Este fenómeno se utiliza para el diagnóstico clínico de **peritonitis**. Para ello, se presiona en la pared del abdomen con un dedo sobre el lugar de la inflamación. A continuación, se libera la presión quitando rápidamente el dedo. La pared del abdomen se descomprime, lo que provoca dolor local intenso que se suele denominarse **dolor a la descompresión**.

El peritoneo parietal en la pelvis está innervado por el nervio obturador y puede palparse a través de una exploración vaginal o rectal. Cuando el apéndice está inflamado, puede colgar hacia la pelvis e irritar el peritoneo parietal de la región. La exploración pélvica puede detectar el dolor intenso en el lado derecho del peritoneo parietal (véase [cap. 9](#), las *Notas clínicas* sobre apéndice pélvico).

El peritoneo visceral es innervado por el peritoneo visceral, incluyendo los mesenterios. El estiramiento causado por la sobredistensión de una víscera o el mesenterio provoca dolor, que suele ser referido a un lugar característico de la piel. En la [figura 7-17](#) se muestran algunas localizaciones habituales de referencia del dolor visceral.

Debido a que el tubo digestivo se deriva embriológicamente como una estructura de la línea media y su innervación es bilateral, también es posible que el dolor se refiera a la región media. El dolor que se origina de las vísceras abdominales es sordo y mal localizado (véase las *Notas clínicas* sobre dolor abdominal).

Diálisis peritoneal

Debido a que el peritoneo es una membrana semipermeable, permite la transferencia bidireccional rápida de sustancias a través del mismo. Dado que el área de superficie del peritoneo es muy amplia, en el entorno clínico se ha sacado provecho de esta propiedad en pacientes hospitalizados con insuficiencia renal aguda. La eficacia de este método es solo una fracción de lo que se logra con la hemodiálisis.

El **dializado**, una solución acuosa, se introduce con un catéter mediante una incisión en la línea media en la pared anterior del abdomen, por debajo del ombligo. La técnica es la misma que la que se utiliza en el lavado peritoneal (véase [cap. 6](#), las *Notas clínicas* sobre lavado peritoneal). Los productos del metabolismo, como la urea, se difunden desde los vasos sanguíneos a través de las células de revestimiento peritoneal hasta alcanzar el dializado, y se extraen del paciente.

Hernia abdominal interna

En ocasiones, un asa intestinal entra en un fondo de saco o receso peritoneal (p. ej., el saco menor, o bolsa omental, o los recesos duodenales) y se estrangula en los bordes del receso. Recuerde que existen estructuras importantes que forman los límites de la abertura hacia el saco menor y que la vena mesentérica inferior suele ubicarse en la pared anterior del receso paraduodenal.



Notas embriológicas

Peritoneo y desarrollo de la cavidad peritoneal

Una vez que el mesodermo lateral se ha dividido en capas somática y esplácnica, se forma una cavidad entre ambas denominada *celoma intraembrionario*. La cavidad peritoneal emerge de la parte del celoma embrionario localizado caudal con respecto al septo transversal. En etapas más tempranas, la cavidad peritoneal se halla en comunicación libre con el celoma extraembrionario a cada lado (véase fig. 6-35B). Más adelante, con el desarrollo de la cabeza, la cola y los pliegues laterales del embrión, esta amplia área de comunicación se restringe a la pequeña área dentro del cordón umbilical.

En el desarrollo temprano, la cavidad peritoneal está dividida en dos mitades, derecha e izquierda, a través de un límite central formado por el **mesenterio dorsal**, el intestino y el pequeño **mesenterio ventral** (fig. 7-18A). No obstante, el mesenterio ventral se extiende tan solo una corta distancia a lo largo del intestino (véase después), de modo que, por debajo de este nivel, las mitades derecha e izquierda de la cavidad peritoneal se encuentren en comunicación libre (véase 7-18B). Como resultado del gran crecimiento del hígado y el aumento de tamaño de los riñones en desarrollo, la capacidad de la cavidad abdominal se reduce significativamente en torno a la sexta semana de desarrollo. En este momento, la pequeña comunicación restante entre la cavidad peritoneal y el celoma extraembrionario adquiere mucha importancia. Un asa intestinal sale de la cavidad abdominal a través del ombligo hacia el cordón umbilical. La **herniación fisiológica** del intestino medio ocurre durante la sexta semana de desarrollo.

Ligamentos peritoneales y formación de mesenterios

Los ligamentos peritoneales se desarrollan a partir de los mesenterios ventral y dorsal. El **mesenterio ventral** está formado por el mesodermo del septo transversal (derivado de los somitas cervicales, que migran inferiormente). El mesenterio ventral está formado por el **ligamento falciforme**, el **omento menor** y los **ligamentos triangular y coronario** del hígado (véase fig. 7-18D).

El **mesenterio dorsal** se compone de la fusión del mesodermo esplancnicopleural en ambos lados del embrión. Se extiende desde la pared posterior del abdomen hasta el borde posterior de la parte abdominal del intestino (véanse figs. 6-35 y 7-18A,B). El mesenterio dorsal forma el **ligamento gastroesplénico**, el **omento gastroesplénico**, el **ligamento esplenorrenal**, el **omento mayor** y los **mesenterios de los intestinos grueso y delgado**.

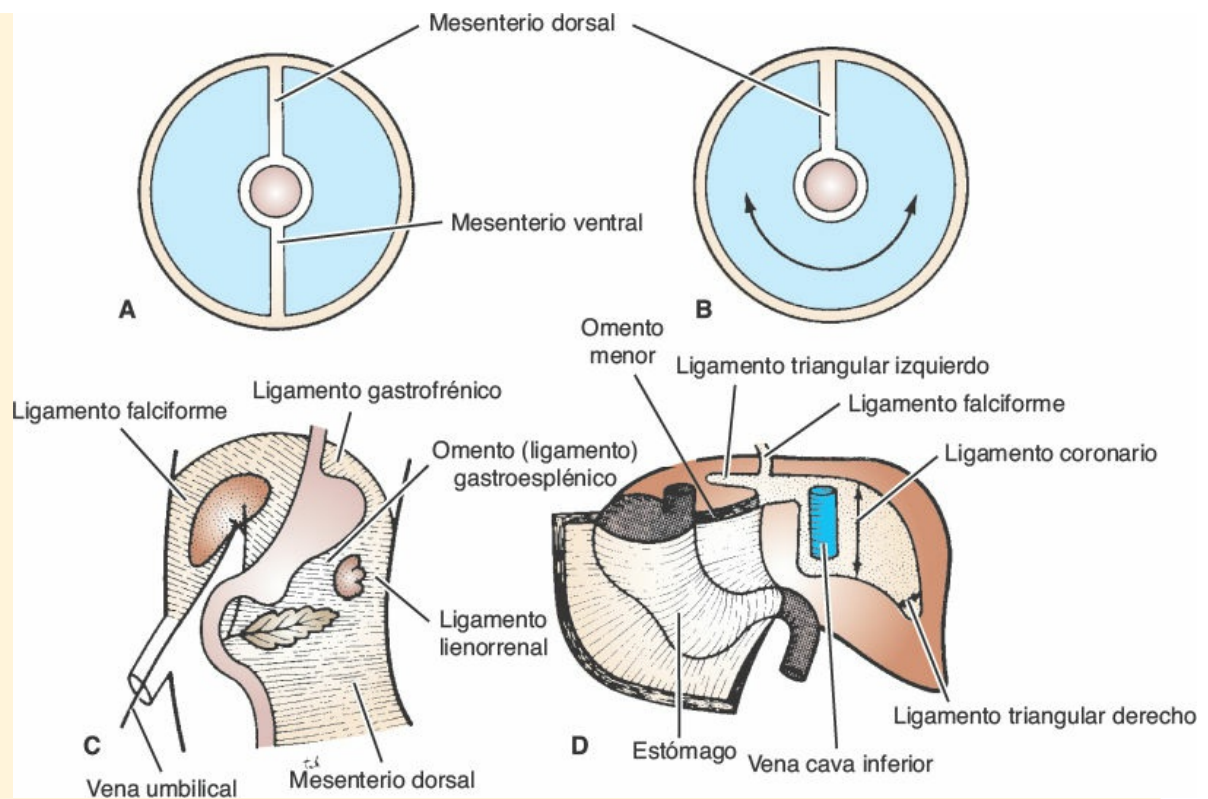


Figura 7-18 Mesenterios ventral y dorsal y órganos que se desarrollan entre ambos. **A.** Los dos mesenterios, ventral y dorsal, están presentes en el abdomen superior. **B.** No existe mesenterio ventral en el abdomen inferior, por lo que tampoco existe comunicación libre entre ambos lados de la cavidad peritoneal. **C.** Vista sagital que muestra los mesenterios ventral y dorsal. **D.** Vista posterior que muestra los derivados del mesenterio ventral.

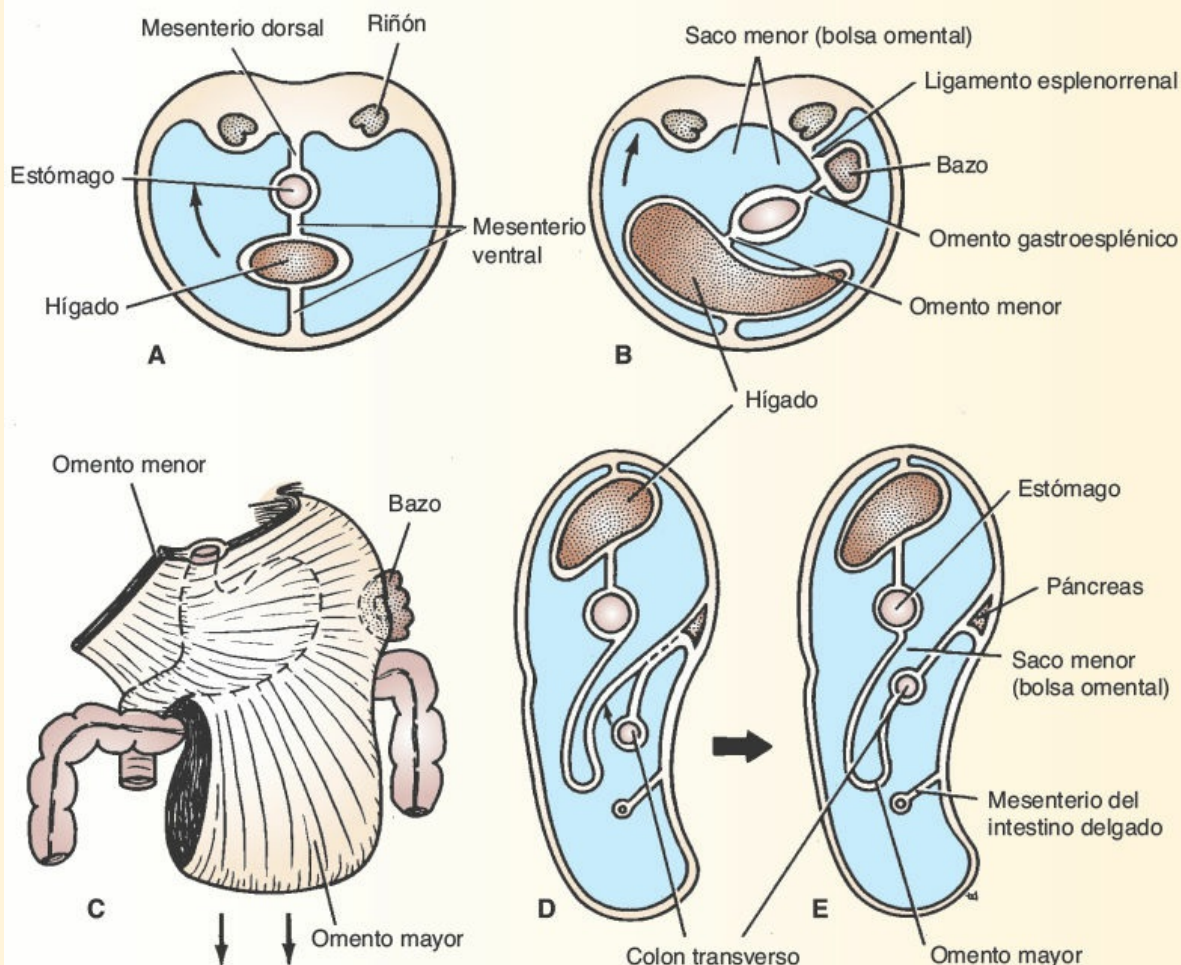


Figura 7-19 Rotación del estómago y formación del omento mayor y el saco menor (bolsa omental). **A.** Sección horizontal que muestra los mesenterios ventral y dorsal. **B.** Rotación del estómago y el hígado, y formación del saco menor. **C.** Vista anterior que muestra el crecimiento del omento mayor (*flechas*). **D,E.** Sección sagital que muestra los pasos finales en la formación del omento mayor.

Formación del saco menor (bolsa omental) y el saco mayor

El gran crecimiento del lóbulo derecho del hígado tira del mesenterio ventral hacia la derecha y provoca la rotación del estómago y el duodeno (*fig. 7-19A,B*). A través de este proceso, la parte superior derecha de la cavidad peritoneal se une con el **saco menor (bolsa omental)**. El borde derecho libre del mesenterio ventral se convierte en el borde derecho del omento menor y el límite anterior de la entrada hacia el saco menor.

La parte restante de la cavidad peritoneal se denomina *saco mayor*, que no se incluye en el **saco menor**; los dos espacios se comunican a través del **foramen epiploico**.

Formación del omento mayor

El hígado se desarrolla en la parte superior del mesenterio dorsal; el omento mayor se forma como consecuencia del rápido y gran crecimiento del mesenterio dorsal inferior al bazo. Inicialmente, el omento mayor se extiende desde la curvatura mayor del estómago hasta la pared posterior del abdomen y el mesocolon transversal. Como consecuencia del crecimiento continuo, se proyecta inferiormente como una doble capa de peritoneo anterior al colon transversal, de forma parecida a un delantal.

Después, la capa posterior del omento se fusiona con el mesocolon transversal. Como consecuencia, el omento mayor se une a la cara anterior del colon transversal (*véase fig. 7-19*). Con el avance del desarrollo, el omento se llena de tejido graso. El receso inferior del saco menor se

extiende inferiormente entre las capas anterior y posterior del pliegue del omento mayor.

TUBO DIGESTIVO

El tubo digestivo incluye el estómago, el intestino delgado, el intestino grueso y los órganos accesorios derivados embrionarios de estos. Obsérvese que no se trata de todo el sistema digestivo, que discurre desde la boca hasta el ano. El extremo inferior del esófago se incluye en esta sección por estar relacionado con el abdomen.

Esófago (porción abdominal)

El esófago es un tubo muscular y colapsable de cerca de 25 cm de largo que conecta la laringe con el estómago. La mayor parte del esófago se localiza dentro del tórax (véase [cap. 5](#)). El esófago entra en el abdomen a través de una abertura en el pilar derecho del diafragma (véase [fig. 4-11](#)). Después de un trayecto de cerca de 1,25 cm, entra en el estómago por su lado derecho.

Relaciones

El esófago se relaciona anteriormente con la cara posterior del lóbulo izquierdo del hígado, y por detrás con el pilar izquierdo del diafragma. Los nervios vagos derecho e izquierdo se ubican sobre sus caras posterior y anterior, respectivamente.

Vascularización

Las arterias que lo irrigan son las ramas de la **arteria gástrica izquierda** ([fig. 7-20](#)).

Las venas drenan en la **vena gástrica izquierda**, una tributaria de la vena porta (véase las *Notas clínicas*, en la sección sobre anastomosis portosistémicas, que se presenta más adelante en este capítulo).

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos acompañan a las arterias hacia los **nódulos linfáticos gástricos izquierdos**.

Inervación

La inervación la realizan los **nervios gástricos anterior y posterior (vagos)** y los **ramos simpáticos de la parte torácica del tronco simpático**.

Función

El esófago conduce los alimentos desde la faringe hacia el estómago. Las contracciones en forma de onda de la capa muscular, el **peristaltismo**, impulsan el alimento.

Esfínter gastroesofágico

El extremo inferior del esófago no posee un **esfínter anatómico**. No obstante, la capa de músculo liso en esta región funciona como **esfínter fisiológico**. A medida que los alimentos descienden por el esófago, la relajación del músculo en el extremo inferior se produce justo antes de la onda peristáltica, lo cual permite que el alimento entre en el estómago. La contracción tónica de este esfínter evita el reflujo de contenido hacia el esófago. El cierre de este esfínter está controlado por el nervio vago, y puede intensificarse a través de la hormona gastrina, mientras que la secretina, la colecistoquinina y el glucagón disminuyen la respuesta.

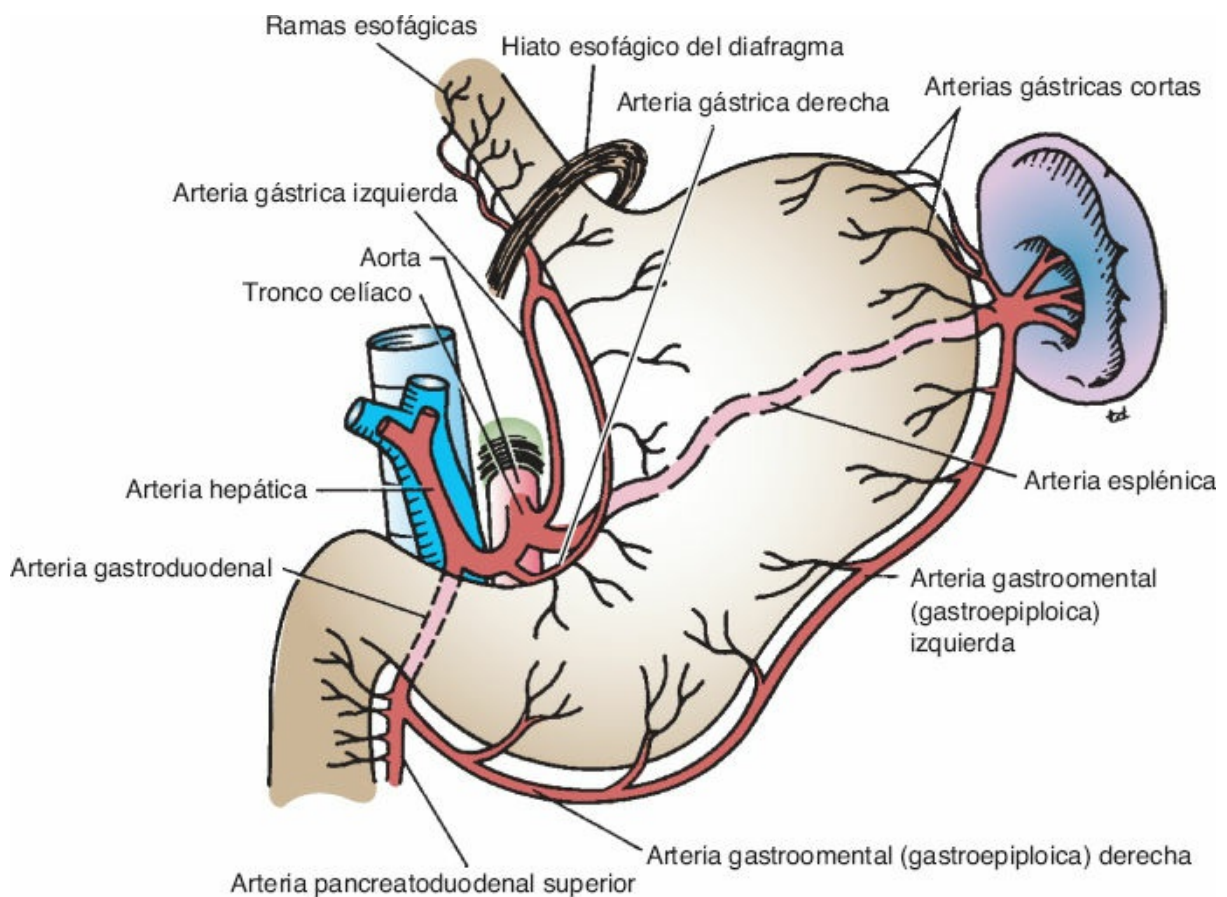


Figura 7-20 Arterias que irrigan el estómago. Obsérvese que todas las arterias emergen de ramas del tronco celiaco.



Notas clínicas

Esófago

El esófago se estrecha en tres lugares: en su origen; posterior al cartílago cricoides de la laringe, donde el bronquio izquierdo y el arco aórtico cruzan anteriores al esófago; y en el sitio de unión con el estómago. Estas localizaciones pueden dificultar el paso de una sonda por el esófago hacia el estómago.

Acalasia del cardias (acalasia esofágica)

La acalasia del cardias se caracteriza por un fallo en la relajación normal del esfínter gastroesofágico, que provoca la obstrucción del flujo hacia el estómago. Se desconocen las causas, pero se asocian con la degeneración del plexo parasimpático (de Auerbach) en la pared del esófago. La localización principal de la enfermedad puede ser en la innervación del esfínter cardioesofágico de los nervios vagos. La disfagia (dificultad para la deglución) y la regurgitación son síntomas frecuentes posteriores, que se originan por la dilatación proximal y el estrechamiento distal del esófago.

Enfermedad por reflujo gastroesofágico

La enfermedad por reflujo gastroesofágico (**ERGE**) es el padecimiento gastrointestinal más frecuente en los pacientes ambulatorios. Se caracteriza por el reflujo de contenido gástrico estomacal hacia el esófago, lo que produce pirosis al menos dos veces por semana. Si el reflujo continúa, puede inflamarse la membrana mucosa esofágica. Después, si la alteración persiste, el revestimiento del esófago cambia de epitelio plano a cilíndrico, lo que supone un riesgo para el desarrollo de adenocarcinoma en la porción inferior del esófago. Las causas de la enfermedad incluyen fallo del esfínter esofágico inferior, hernia hiatal del diafragma y obesidad abdominal.

Hemorragia de varices esofágicas

La **anastomosis gastroesofágica** es una **anastomosis portosistémica** en el tercio inferior del esófago (véase [fig. 7-22](#), véanse también las *Notas clínicas* sobre anastomosis portosistémicas). En este lugar, las **tributarias de la vena gástrica izquierda** (que drenan en la vena porta) se anastomosan con las **tributarias de la vena ácigos** (venas sistémicas). En caso de obstrucción de estas venas (p. ej., en caso de cirrosis hepática), se desarrolla hipertensión portal, que conduce a dilatación y varicosidades de las anastomosis portosistémicas. Las venas varicosas pueden romperse y causar **hematemesis** (vómito con sangre) grave.

El **balón de Sengstaken-Blakemore** se usa para el control de la hemorragia esofágica grave provocada por venas varicosas esofágicas. Está compuesto por dos balones. El primero, gástrico, se ancla en la unión gastroesofágica. El otro, esofágico, sirve para ocluir las venas varicosas por contrapresión. Se introducen desde la nariz o por vía oral.

El tubo, lubricado, se extiende inferiormente hacia el estómago, donde se infla el balón gástrico. En el adulto medio, la distancia entre los orificios externos de la nariz y el estómago es de 44 cm; la distancia entre los incisivos y el estómago es de 41 cm.

Anatomía de las complicaciones

- Dificultades para pasar el tubo por la nariz.
- Daño al esófago por hiperinflación de la sonda esofágica.
- Presión en las estructuras mediastínicas circundantes a medida que el esófago se expande a causa del balón dentro de la luz.
- Hipo persistente debido a la irritación del diafragma, por la distensión esofágica, y la irritación del estómago, por la sangre.

Estómago

El estómago es la porción expandida del tubo digestivo; tiene tres funciones principales: almacena alimento (capacidad en el adulto: 1 500 mL), mezcla los alimentos con secreciones gástricas para convertirlos en una mezcla semilíquida, el **quimo**, y controla la velocidad de vaciado del quimo hacia el intestino delgado, a fin de lograr una absorción y digestión adecuadas.

Localización y descripción

El estómago se localiza en la parte superior del abdomen; se extiende desde debajo del borde costal izquierdo hacia las regiones epigástrica y umbilical. Una gran parte del estómago se ubica por debajo de las costillas inferiores. Tiene una forma similar a una “J” y posee dos aberturas, los **orificios pilórico y cardíaco**; dos curvaturas, las **curvaturas mayor y menor**; y dos caras, una **anterior** y una **posterior** (fig. 7-21).

El estómago es relativamente fijo en ambos extremos, pero es muy móvil en el medio. Suele tener una posición elevada y estar dispuesto transversalmente en personas con obesidad y baja estatura (estómago en cuerno de carnero); en personas altas y delgadas, se alarga verticalmente (estómago en “J”). La forma del estómago también varía considerablemente en la misma persona, según el volumen de su contenido, la posición corporal y la fase de la respiración.

El estómago tiene cuatro partes:

- **Fundus.** Posee forma de cúpula y se proyecta superiormente y hacia la izquierda del orificio del cardias. Suele estar lleno de aire.
- **Cuerpo.** Se extiende desde el nivel del orificio del cardias al nivel de la **escotadura angular**, una muesca en la parte inferior de la curvatura menor.
- **Antro pilórico.** Se extiende desde la escotadura angular hasta el píloro.
- **Píloro.** Es la parte más cilíndrica del estómago. La gruesa pared muscular se denomina **esfínter pilórico**, y la cavidad del píloro es el **canal pilórico**.

La **curvatura menor** forma el borde derecho del estómago y se extiende desde el orificio del cardias hasta el píloro, suspendido desde el hígado a través del omento menor. La **curvatura mayor** es mucho más grande que la curvatura menor, y se extiende desde la izquierda del orificio del cardias, sobre la cúpula del fundus y a lo largo del borde izquierdo del estómago hasta el píloro. El omento (ligamento) gastroesplénico se extiende desde la parte superior de la curvatura mayor hacia el bazo; el omento mayor se extiende desde la parte inferior de la curvatura mayor hacia el colon transversal (véase fig. 7-11).

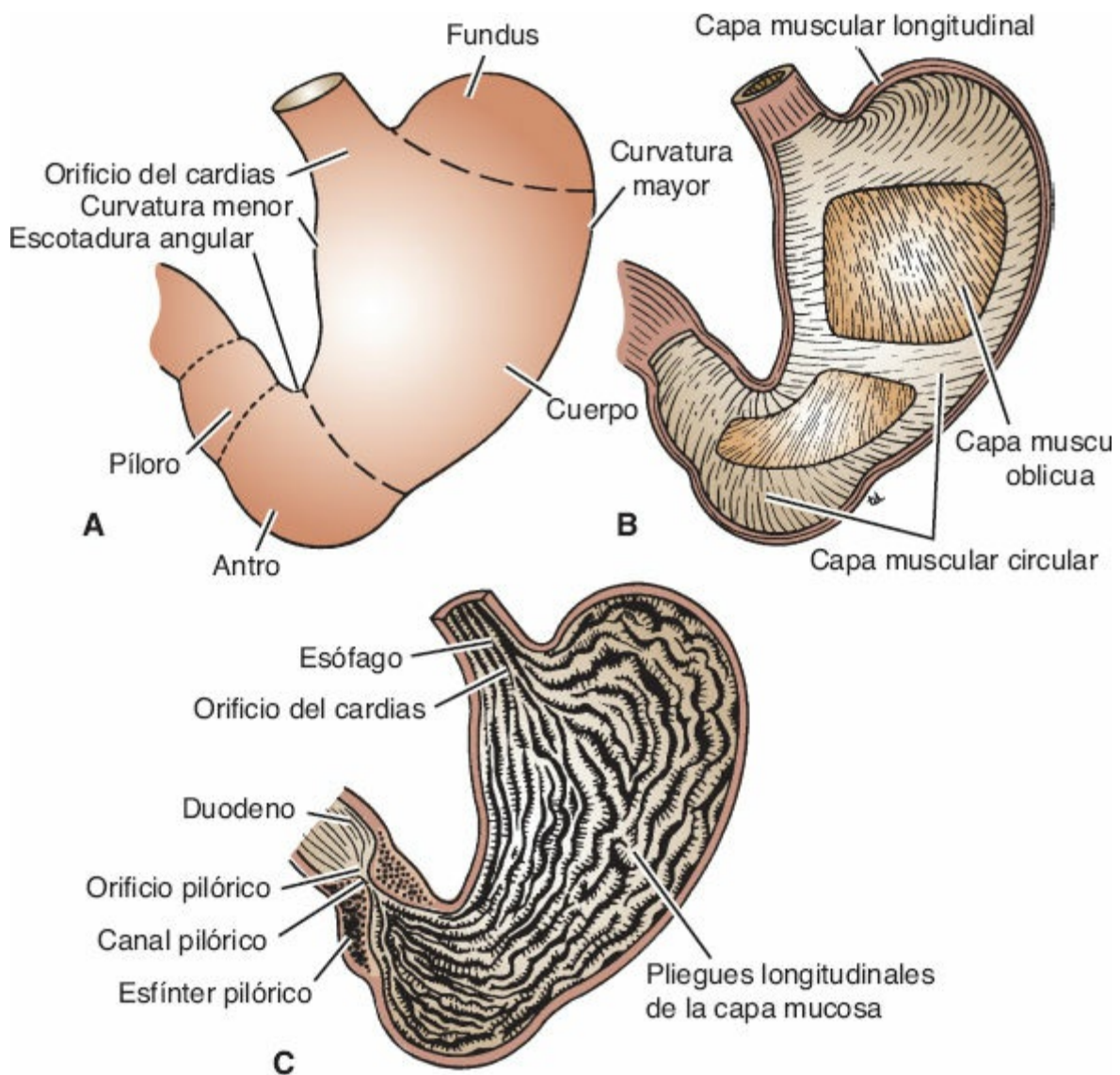


Figura 7-21 Anatomía del estómago. **A.** Estructuras externas. **B.** Capas musculares. **C.** Estructuras internas. Obsérvese el aumento de grosor del músculo circular que forma el esfínter pilórico.

El **orificio del cardias** es el punto de entrada del esófago al estómago (véase fig. 7-21). A pesar de no identificarse un esfínter anatómico en esta parte, sí existe un mecanismo fisiológico que previene la regurgitación del contenido del estómago hacia el esófago (véase anteriormente la sección sobre esfínter gastroesofágico).

El **canal pilórico** forma el **orificio pilórico**, que tiene cerca de 2,5 cm de largo. La capa circular de músculo del estómago es mucho más gruesa y forma los **esfínteres pilóricos** anatómico y fisiológico. El píloro se localiza en el plano transpilórico, y su posición puede reconocerse por una pequeña constricción en la superficie del estómago.

Función del esfínter pilórico

El esfínter pilórico controla la salida de los contenidos gástricos hacia el duodeno; recibe fibras motoras desde el sistema simpático y fibras inhibitorias

de los nervios vagos. Además, el píloro es controlado por nervios locales e influencias hormonales de las paredes del estómago y el duodeno. Por ejemplo, la distensión del estómago a causa del llenado estimula el plexo nervioso mientérico en la pared, lo que produce la relajación refleja del esfínter.

La **membrana mucosa** del estómago es gruesa y vascular, y contiene gran cantidad de **pliegues** principalmente longitudinales. Los pliegues se aplanan cuando el estómago se distiende.

La **pared muscular** del estómago contiene fibras longitudinales, circulares y oblicuas.

Todo el estómago está rodeado por el **peritoneo visceral**. Sale de la curvatura menor como omento menor, y de la curvatura mayor como omento gastroesplénico y omento mayor.

Relaciones

- **Anteriormente.** Pared anterior del abdomen, borde costal izquierdo, pleura y pulmón izquierdos, diafragma y lóbulo izquierdo del hígado (véanse [figs. 7-3 y 7-7](#)).
- **Posteriormente.** Saco menor (bolsa omental), diafragma, bazo, glándulas suprarrenales, porción superior del riñón izquierdo, arteria esplénica, páncreas, mesocolon transversal y colon transversal (véanse [figs. 7-4, 7-7 y 7-11](#)).

Arterias

Las arterias emergen de las ramas del tronco celíaco (véase [fig. 7-20](#)).

La **arteria gástrica izquierda** emerge del tronco celíaco. Discurre superiormente y a la izquierda hasta alcanzar el esófago; a continuación, desciende a lo largo de la curvatura menor del estómago. Irriga el tercio inferior del esófago y la parte superior derecha del estómago.

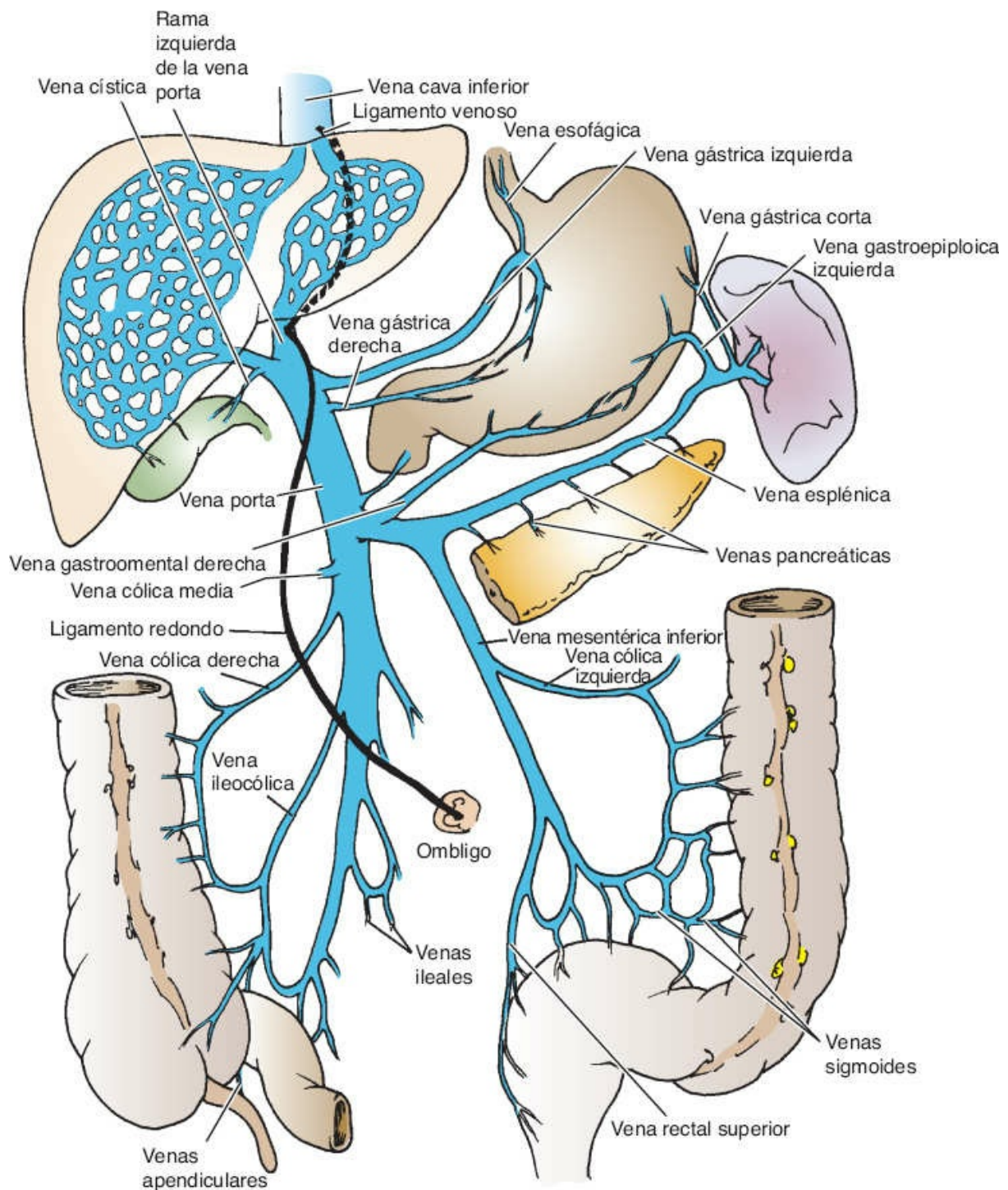


Figura 7-22 Tributarias de la vena porta.

La **arteria gástrica derecha** emerge de la arteria hepática derecha en el borde superior del píloro y se dirige a la izquierda a lo largo de la curvatura menor. Irriga la parte inferior derecha del estómago.

Las **arterias gástricas cortas** emergen de la arteria esplénica en el hilio del bazo y discurren anteriormente en el omento (ligamento) gastroesplénico para irrigar el fundus.

La **arteria gastroepiploica izquierda** emerge de la arteria esplénica en el hilio del bazo y discurre anteriormente dentro del omento (ligamento)

gastroesplénico para irrigar el estómago a lo largo de la parte superior de la curvatura mayor.

La **arteria gastroomenta** derecha emerge de la rama gastroduodenal de la arteria hepática. Pasa a la izquierda e irriga el estómago a lo largo de la parte inferior de la curvatura mayor.

Venas

Las venas drenan en la circulación portal ([fig. 7-22](#)). Las **venas gástricas derecha e izquierda** drenan directamente en la vena porta. Las **venas gástricas cortas** y las **gastroepiploicas** desembocan en la vena esplénica. La **vena gastroepiploica derecha** desemboca en la vena mesentérica superior.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos siguen a las arterias hasta el interior de los nódulos linfáticos gástricos derechos e izquierdos, los nódulos linfáticos gastroepiploicos y los nódulos linfáticos gástricos cortos ([fig. 7-23](#)). Toda la linfa del estómago pasa en algún momento por los **nódulos linfáticos celíacos**, localizados alrededor de la raíz de la arteria celíaca en la pared posterior del abdomen.

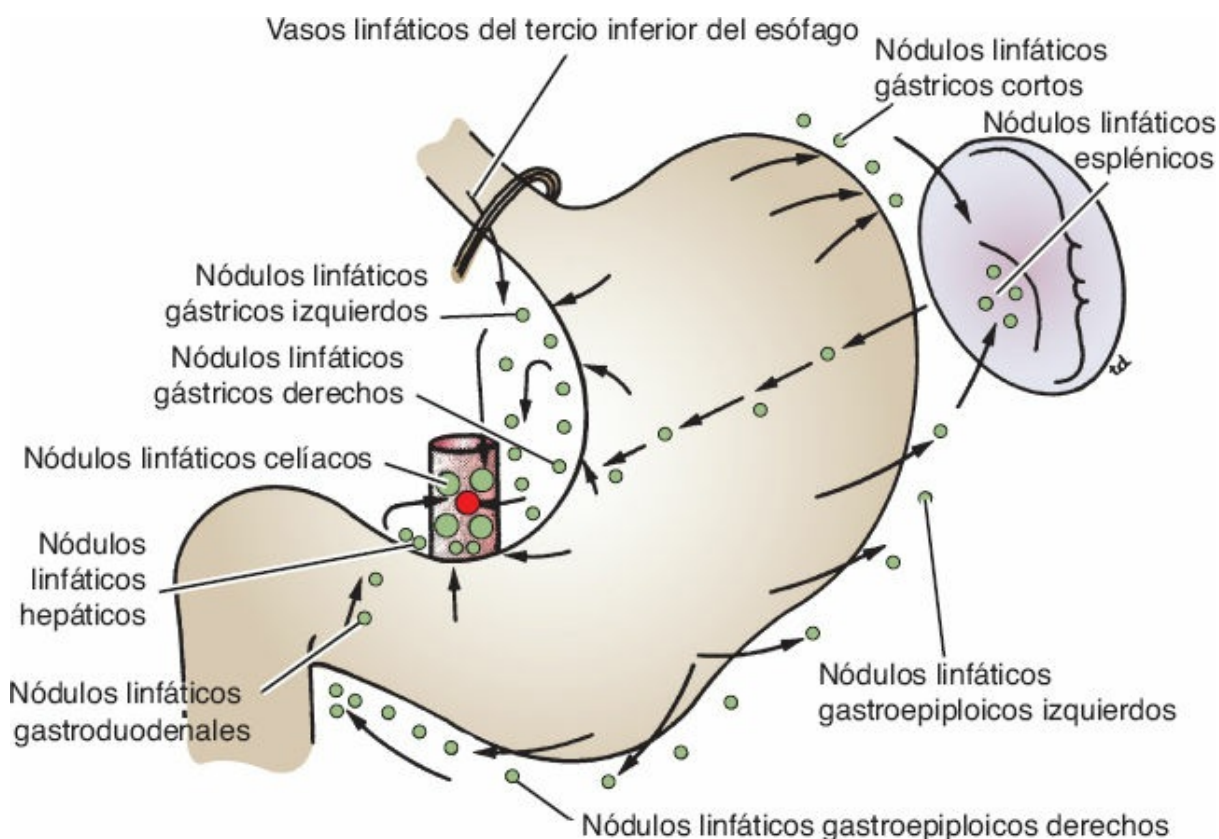


Figura 7-23 Drenaje linfático del estómago. Obsérvese que toda la linfa pasa en algún momento por los nódulos linfáticos celíacos.

Inervación

La inervación incluye fibras simpáticas derivadas del **plexo celíaco** y fibras

parasimpáticas de los nervios vagos derecho e izquierdo (fig. 7-24).

El **tronco vagal anterior**, que se forma en el tórax principalmente por el nervio vago izquierdo, entra en el abdomen sobre la cara anterior del esófago. El tronco, que puede ser único o múltiple, se divide a continuación en ramos que inervan la cara anterior del estómago. Emite un gran ramo hepático que se dirige hacia el hígado, desde donde se origina un ramo pilórico que se dirige hacia el píloro.

El **tronco vagal posterior**, formado en el tórax principalmente por el nervio vago derecho, entra en la cavidad abdominal sobre la cara posterior del esófago. A continuación, el tronco se divide en ramos que inervan sobre todo la cara posterior del estómago. Emite un ramo de gran tamaño que se dirige a los plexos celíaco y mesentérico superior y se distribuye al intestino hasta alcanzar la flexura espénica (flexura cólica izquierda) y el páncreas.

La **inervación simpática** del estómago contiene una cierta cantidad de fibras nerviosas nociceptivas; las fibras vagales parasimpáticas son secretomotoras para las glándulas gástricas y motoras para la pared muscular del estómago. El esfínter pilórico recibe fibras motoras desde el sistema simpático y fibras inhibitorias desde los nervios vagos.

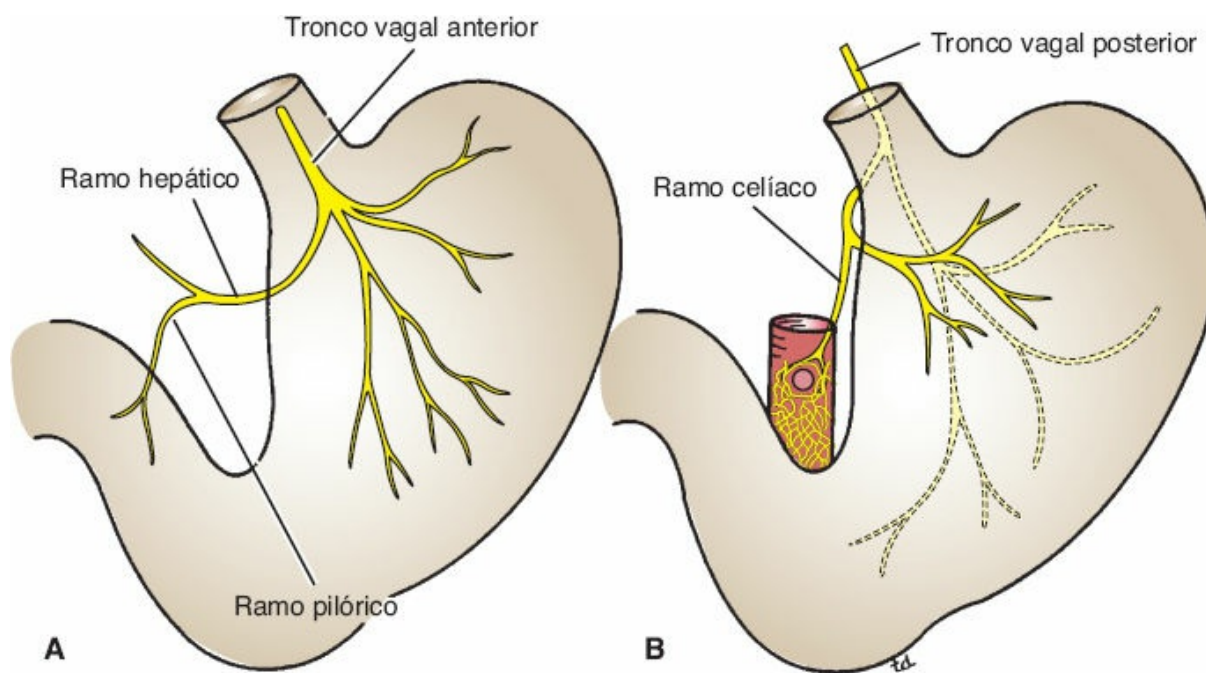


Figura 7-24 Distribución de los troncos vagales dentro del abdomen. **A.** Distribución del tronco vagal anterior. **B.** Distribución del tronco vagal posterior. Obsérvese que el ramo celíaco del tronco vagal posterior se distribuye con los nervios simpáticos a lo largo del tubo digestivo hasta alcanzar la flexura cólica izquierda.



Notas clínicas

Traumatismo estomacal

El estómago es relativamente móvil, con excepción de los sitios de unión con el esófago, el orificio del cardias y la continuidad con el duodeno en el píloro. En el lado izquierdo, está protegido por la

parte inferior de la caja torácica. Todos estos factores hacen que el estómago esté ampliamente protegido ante posibles traumatismos abdominales. No obstante, su gran tamaño lo hace vulnerable a heridas por arma de fuego.

Úlcera gástrica

La membrana mucosa del cuerpo del estómago y, en menor medida, la del fundus producen **ácido y pepsina**. Las secreciones del antro y el canal pilórico son **mucosas** y ligeramente **alcalinas** (fig. 7-25). El control de la secreción de ácido y pepsina se lleva a cabo mediante dos mecanismos: nervioso y hormonal. Los nervios vagos se encargan del control nervioso, mientras que la hormona **gastrina** se encarga del control hormonal. Durante el tratamiento quirúrgico de las úlceras gástricas y duodenales, el objetivo es disminuir la secreción de ácido seccionando los nervios vagos (**vagotomía**) y extirpando la porción de mucosa que produce gastrina, el antro (**gastrectomía parcial**).

Las úlceras gástricas se presentan en la mucosa del estómago que produce álcali, habitualmente por encima o cerca de la curvatura menor. Las úlceras crónicas invaden las capas musculares y, con el tiempo, afectan el peritoneo y el estómago se adhiere a las estructuras circundantes. Las úlceras localizadas en la pared posterior del estómago pueden perforar el saco menor (bolsa omental) o adherirse al páncreas, cuya lesión produce dolor referido a la espalda. La arteria esplénica discurre a lo largo del borde superior del páncreas, por lo que la afección de esta arteria puede ocasionar una hemorragia mortal. Las úlceras penetrantes en la pared anterior del estómago pueden causar la salida del contenido estomacal hacia el saco mayor, provocando peritonitis difusa. No obstante, en ocasiones, la pared anterior del estómago puede adherirse al hígado, de modo que la úlcera crónica puede afectar también el parénquima hepático.

Dolor gástrico

El estiramiento o la contracción espasmódica del músculo liso de las paredes del estómago puede provocar una sensación de dolor en dicho órgano; este dolor es referido al epigastrio. Se considera que las **fibras viscerales aferentes** que transmiten el dolor salen del estómago acompañadas de nervios simpáticos. Atraviesan los nodulos linfáticos celiacos y alcanzan la médula espinal a través de los **nervios esplácnicos mayores**.

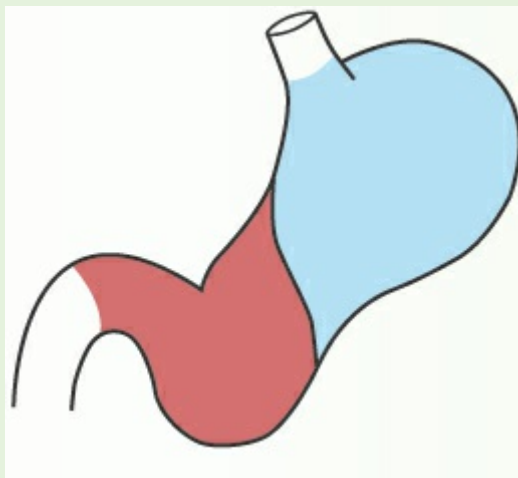


Figura 7-25 Áreas del estómago que producen ácido y pepsina (*azul*) y álcali y gastrina (*rojo*).

Cáncer de estómago

Debido a que los vasos linfáticos de la membrana mucosa y la submucosa del estómago son continuos unos con otros, es posible que las células cancerosas puedan desplazarse a diversas partes del estómago, incluso a lugares alejados de la localización primaria. Asimismo, las células cancerosas suelen pasar a través o rodear los nódulos linfáticos locales y establecerse en los nódulos linfáticos regionales. Por ello, el cáncer de estómago se trata con **gastrectomía total**, que incluye la extirpación de la porción inferior del esófago y la primera porción del duodeno; el bazo, los ligamentos gastroesplénico y esplenorrenal, los nódulos linfáticos asociados y los vasos esplénicos; la cola y el cuerpo del páncreas y los nódulos linfáticos asociados; y los nódulos a lo largo de las curvaturas menor y mayor del estómago, junto con el omento mayor. Esta cirugía radical es un intento desesperado de extirpar el estómago en bloque junto con el campo linfático. La anastomosis del esófago con el yeyuno reestablece la continuidad del intestino.

Gastroscoopia

La gastroscoopia es un método que permite observar la membrana mucosa del estómago a través de un sistema de lentes dentro de un tubo con iluminación. Para lograr introducir el **gastroscoPIO** en el estómago, el cual después se infla con aire, debe anestesiarse al paciente. Es posible la visualización directa de la membrana mucosa gástrica utilizando un instrumento flexible de fibra óptica. Asimismo, con el gastroscoPIO, puede realizarse una biopsia de la mucosa.

Intubación nasogástrica

La intubación nasogástrica es un procedimiento habitual utilizado para vaciados de estómago, para la descompresión del estómago en casos de obstrucción intestinal o para la preparación de cirugías gastrointestinales. También permite obtener muestras de secreciones gástricas para análisis bioquímicos.

1. El paciente se coloca en posición semisentada o en decúbito lateral con la intención de evitar la broncoaspiración.
2. Se introduce la sonda bien lubricada a través del orificio nasal de mayor tamaño y se dirige hacia atrás, a lo largo del suelo nasal.
3. Una vez que el tubo ha pasado por el paladar blando y ha entrado en la bucofaringe, se percibe una reducción de la resistencia que el paciente consciente constata con náuseas.
4. Es útil conocer algunas distancias entre estructuras anatómicas en adultos. Desde el orificio nasal hasta el orificio del cardias del estómago hay 44 cm; la distancia es de 12-14 cm desde el orificio del cardias hasta el píloro del estómago. El trayecto curvo que sigue la sonda desde el orificio del cardias al píloro suele ser mayor, de 15-25 cm (véase [fig. 5-51](#)).

Obstáculos anatómicos para el paso de la sonda nasogástrica

- La **desviación del tabique nasal** dificulta el paso de la sonda en el lado estrecho.
- Los **tres sitios de estrechamiento esofágico** provocan resistencia al paso de la sonda nasogástrica (el origen del esófago por detrás del cartílago cricoides [18 cm], en el punto donde el bronquio izquierdo y el arco aórtico cruzan anteriores al esófago [28 cm] y en la unión del esófago con el estómago [44 cm]). Para superar el estrechamiento esofágico más superior, es útil asir con cuidado las alas del cartílago tiroideo y tirar de la laringe hacia adelante. Esta maniobra abre el esófago, que habitualmente está colapsado, y facilita el descenso de la sonda.

Anatomía de las complicaciones

- Entrada de la sonda en la laringe en lugar del esófago.
- Sangrado de las membranas mucosas por la introducción brusca de la sonda por la nariz.
- Penetración de la pared del esófago o el estómago. Para confirmar la entrada correcta en el estómago, siempre debe aspirarse la sonda en busca de contenidos gástricos.

Intestino delgado

El intestino delgado es la parte más larga del tubo digestivo, y se extiende desde el píloro del estómago hasta la unión ileocecal (véase [fig. 7-1](#)). La mayor parte de la digestión y la absorción de alimentos se realizan en este órgano. Se divide en tres partes: **duodeno**, **yeyuno** e **íleon**.

Duodeno

El duodeno es un tubo en forma de “C”, que mide 25 cm de largo y une el estómago con el yeyuno. Recibe las aberturas de los conductos pancreático y biliar. El duodeno sigue un curso curvo alrededor de la cabeza del páncreas ([fig. 7-26](#)). Los primeros 2,5 cm del duodeno se asemejan al estómago en el sentido de que sus caras anterior y posterior están revestidas de peritoneo, y el omento menor se halla unido a su borde superior, y el omento mayor se halla unido con el borde inferior. El saco menor (bolsa omental) se ubica posterior a este corto segmento. El resto del duodeno es retroperitoneal, por lo que solo está parcialmente recubierto de peritoneo.

Porciones del duodeno

El duodeno se localiza en las regiones epigástrica y umbilical. Con fines de descripción, se divide en cuatro porciones.

PRIMERA PORCIÓN DEL DUODENO

La primera porción del duodeno comienza en el esfínter pilórico y discurre posterosuperiormente sobre el plano transpilórico al nivel de la vértebra L1 ([fig. 7-27](#); véase también [fig. 7-26](#)).

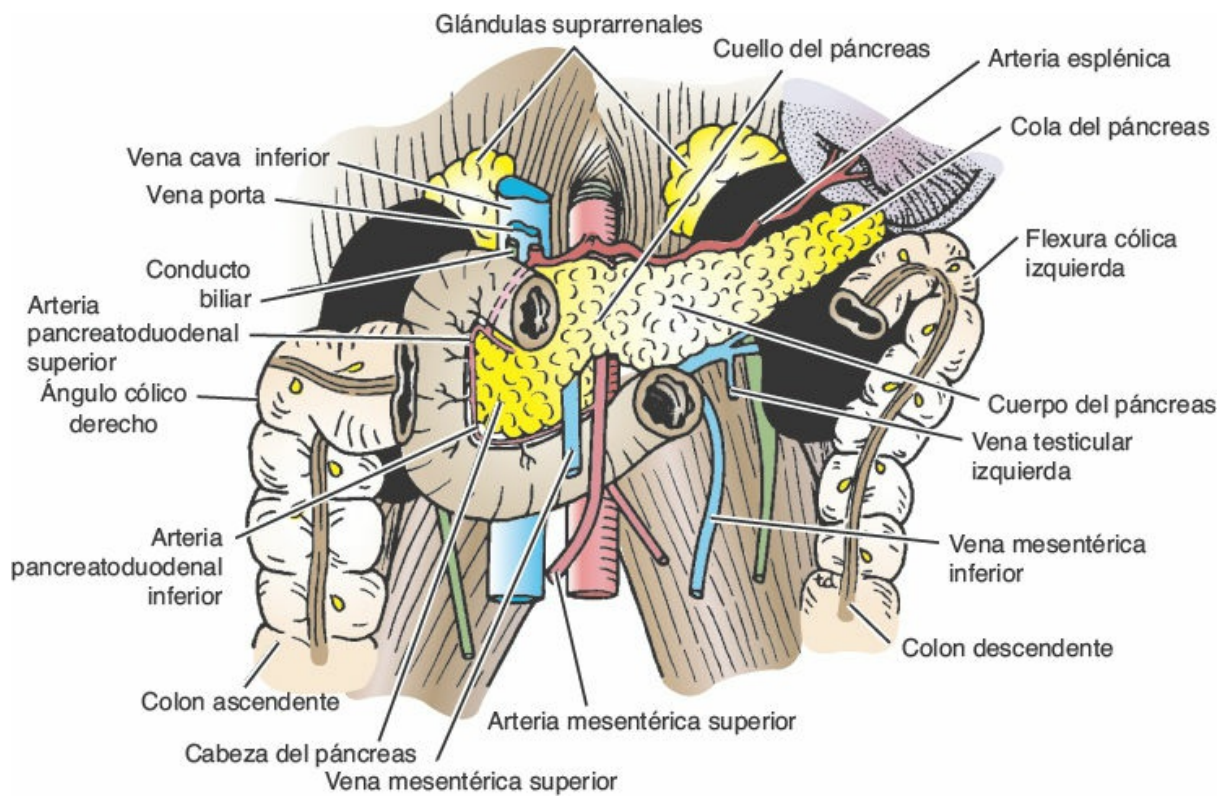


Figura 7-26 Páncreas y relaciones anteriores de los riñones.

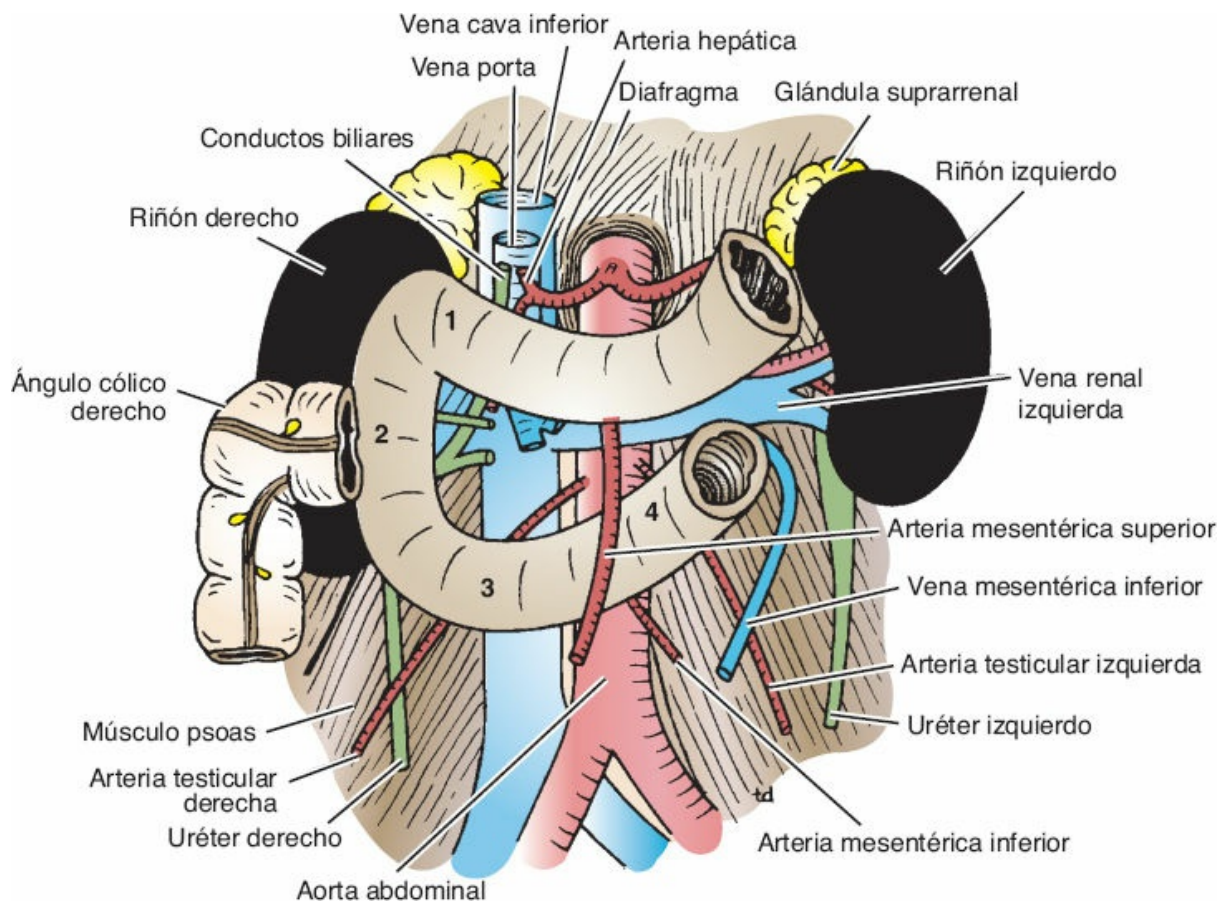


Figura 7-27 Relaciones posteriores del duodeno y el páncreas. Los números representan las cuatro porciones del duodeno.

Las relaciones de esta porción del duodeno son:

- **Anteriormente.** Lóbulo cuadrado del hígado y vesícula biliar (véase [fig. 7-10](#)).
- **Posteriormente.** Saco menor (primeros 2,5 cm), arteria gastroduodenal, conducto biliar y vena porta y vena cava inferior (véase [fig. 7-27](#)).
- **Superiormente.** La entrada hacia el saco menor o bolsa omental (foramen epiploico) (véanse [figs. 7-8](#) y [7-11](#)).
- **Inferiormente.** Cabeza del páncreas (véase [fig. 7-26](#)).

SEGUNDA PORCIÓN DEL DUODENO

La segunda porción del duodeno discurre vertical e inferiormente por delante del hilio del riñón derecho, junto al lado derecho de las vértebras lumbares L2 y L3 (véanse [figs. 7-16](#) y [7-27](#)). El conducto biliar y el conducto pancreático principal penetran la pared duodenal por su borde medial. Ambos conductos se unen para formar la **ampolla**, que se abre en una eminencia de la denominada **papila duodenal mayor** ([fig. 7-28](#)). De estar presente, el **conducto pancreático accesorio** se abre hacia el duodeno en una ubicación ligeramente superior, sobre la **papila duodenal menor** (véanse [figs. 7-27](#) y [7-28](#)).

Las relaciones de esta porción del duodeno son:

- **Anteriormente.** Fondo de la vesícula biliar y lóbulo derecho del hígado, colon transverso y asas de intestino delgado ([fig. 7-29](#)).
- **Posteriormente.** Hilio del riñón derecho y uréter derecho (véase [fig. 7-27](#)).
- **Lateralmente.** Colon ascendente, flexura cólica derecha y lóbulo derecho del hígado.
- **Medialmente.** Cabeza del páncreas, conducto biliar y conducto pancreático principal (véanse [figs. 7-27](#) y [7-28](#)).

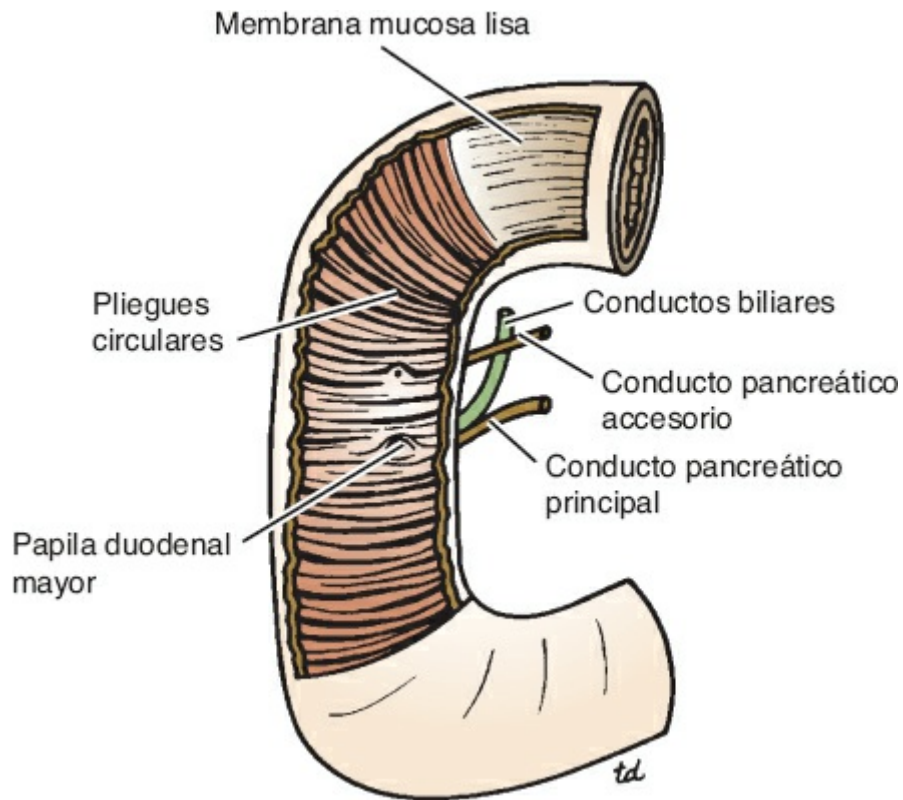


Figura 7-28 Entrada del conducto biliar y los conductos pancreáticos principal y accesorio en la segunda porción del duodeno. Obsérvese el revestimiento liso de la primera porción del duodeno, los pliegues circulares de la segunda porción y la papila duodenal mayor.

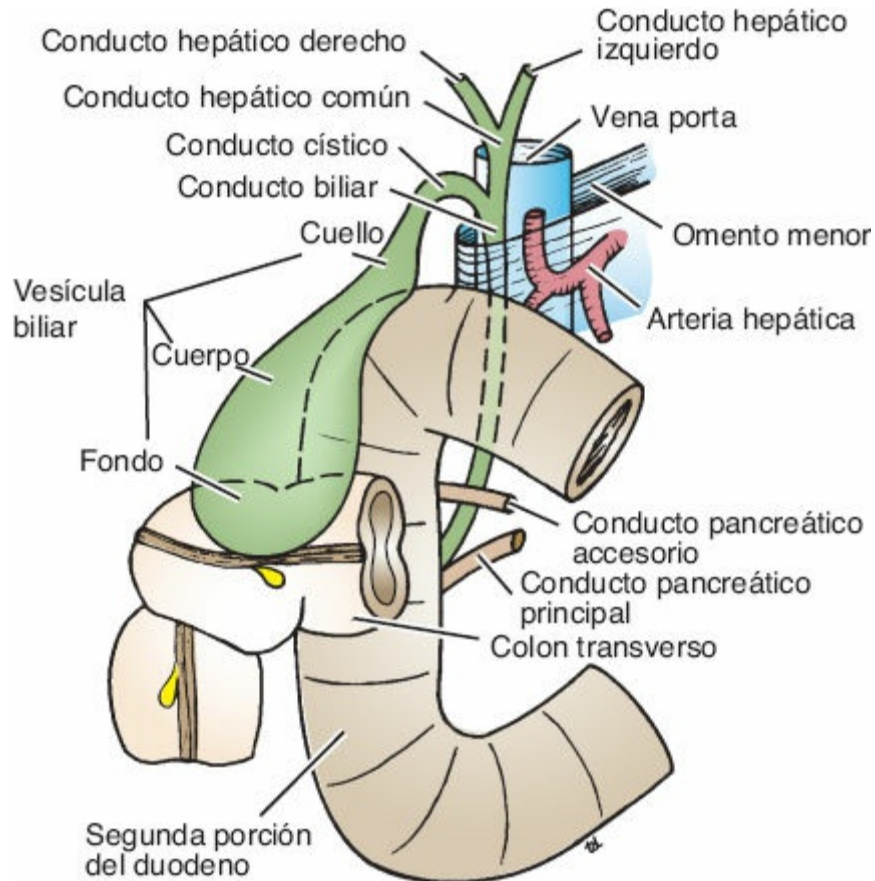


Figura 7-29 Vías y vesícula biliares. Obsérvese la relación de la vesícula biliar con el colon transverso

y el duodeno.

TERCERA PORCIÓN DEL DUODENO

La tercera porción del duodeno discurre horizontalmente hacia la izquierda sobre el plano subcostal, pasando anterior a la columna vertebral y siguiendo el borde inferior de la cabeza del páncreas (véanse [figs. 7-26 y 7-27](#)).

Las relaciones de esta porción del duodeno son:

- **Anteriormente.** Raíz del mesenterio del intestino delgado y los vasos mesentéricos que contiene y asas de yeyuno (véanse [figs. 7-26 y 7-27](#)).
- **Posteriormente.** Uréter derecho, músculo psoas derecho, vena cava inferior y aorta (véase [fig. 7-27](#)).
- **Superiormente.** Cabeza del páncreas (véase [fig. 7-26](#)).
- **Inferiormente.** Asas del yeyuno.

CUARTA PORCIÓN DEL DUODENO

La cuarta porción del duodeno discurre superiormente y a la izquierda hacia la **flexura duodenoyeyunal** (véanse [figs. 7-26 y 7-27](#)). La flexura se mantiene en posición a través de un pliegue peritoneal, el **ligamento suspensorio del duodeno (ligamento de Treitz)**, que se une al pilar derecho del diafragma (véase [fig. 7-12](#)).

Las relaciones de esta porción del duodeno son:

- **Anteriormente.** Comienzo de la raíz del mesenterio y asas del yeyuno ([fig. 7-30](#)).
- **Posteriormente.** Borde izquierdo de la aorta y borde medial del músculo psoas izquierdo (véase [fig. 7-27](#)).

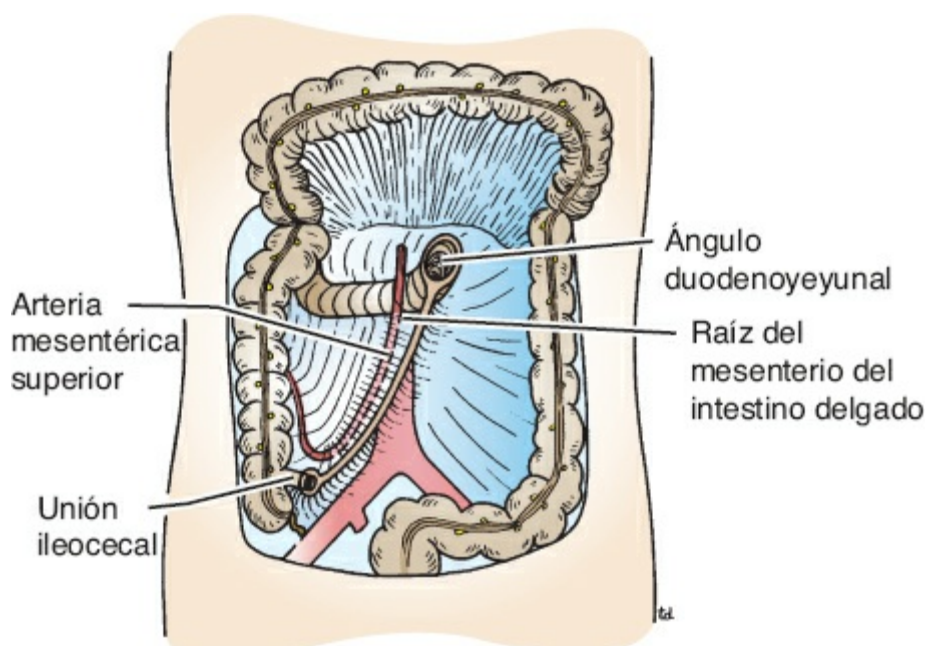


Figura 7-30 Inserción de la raíz del mesenterio del intestino delgado con la pared posterior del abdomen. Obsérvese que se extiende, desde la flexura duodenoyeyunal a la izquierda de la aorta,

inferiamente y a la derecha hacia la unión ileocecal. La arteria mesentérica superior se localiza en la raíz del mesenterio.

Membrana mucosa y papila duodenal

La mayor parte de la membrana mucosa del duodeno es gruesa. Si bien es lisa en la primera porción del duodeno (véase [fig. 7-28](#)), en el resto posee diversos pliegues denominados *pliegues circulares*. En el punto donde el conducto biliar y el conducto pancreático principal penetran en la pared medial de la segunda porción del duodeno, se halla una pequeña y redondeada elevación que se conoce como *papila duodenal mayor*. De estar presente, el conducto pancreático accesorio desemboca en una papila de menor tamaño del duodeno, cerca de 2 cm por encima de la papila duodenal mayor.

Vascularización

La **arteria pancreatoduodenal superior**, una rama de la arteria gastroduodenal, irriga la mitad superior (véanse [figs. 7-20](#) y [7-26](#)). La **arteria pancreatoduodenal inferior**, que es una rama de la arteria mesentérica superior, irriga la mitad inferior.

La **vena pancreatoduodenal superior** drena en la vena porta. La vena inferior se une con la vena mesentérica superior (véase [fig. 7-22](#)).

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos acompañan a las arterias. La porción superior del duodeno drena por arriba hacia los nódulos linfáticos gastroduodenales, y después hacia los **nódulos linfáticos celíacos**, a través de los nódulos pancreatoduodenales. La porción inferior del duodeno drena inferiormente, a través de los nódulos pancreatoduodenales, hacia los **nódulos mesentéricos superiores** alrededor de la arteria mesentérica superior.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos (vagos) derivados de los plexos celíaco y mesentérico superior inervan el duodeno.



Notas clínicas

Traumatismo duodenal

Con excepción de los primeros 2,5 cm, el duodeno está fijado por peritoneo a estructuras de la pared posterior del abdomen; en consecuencia, no puede desplazarse en caso de lesiones por aplastamiento. En casos de lesiones graves por aplastamiento de la pared anterior del abdomen, la tercera porción del duodeno puede aplastarse o desgarrarse gravemente contra la vértebra L3.

Úlcera duodenal

A medida que el estómago vacía su contenido hacia el duodeno, el **quimo**, un producto ácido, es expulsado hacia la pared anterolateral de la primera porción del duodeno. Se considera que este es un factor relevante en el desarrollo de úlceras duodenales en la región. Las úlceras en la pared anterior de los primeros 2,5 cm del duodeno pueden afectar la parte superior del saco mayor, sobre

el colon transverso. Entonces, el colon transverso dirige el líquido filtrado hacia el receso paracólico lateral derecho y hacia la fosa ilíaca derecha. El diagnóstico diferencial entre una úlcera duodenal perforada y un apéndice perforado puede ser complicado.

Las úlceras en la pared posterior de la primera porción del duodeno pueden afectar la pared y erosionar la relativamente grande **arteria gastroduodenal**, causando hemorragia grave.

La arteria gastroduodenal es una rama de la arteria hepática, que a su vez es rama del tronco celiaco (véanse figs. 7-5 y 7-20).

Relaciones duodenales relevantes

Deben recordarse las relaciones del duodeno con la vesícula biliar, el colon transverso y el riñón derecho. Se han informado casos en los que un cálculo biliar ha ulcerado la pared de la vesícula biliar y entrado al duodeno. Asimismo, en ocasiones se ha dañado el duodeno durante cirugías del colon y el riñón derecho.

Yeyuno e íleon

En conjunto, el yeyuno y el íleon miden cerca de 6 m de largo. El yeyuno abarca el 40% superior de esta longitud. Cada uno posee características distintivas, pero existe un cambio gradual entre uno y otro. El yeyuno comienza en la **flexura duodenoyeyunal**, mientras que el íleon finaliza en la **unión ileocecal**.

Localización y descripción

Las asas de yeyuno e íleon se mueven libremente y están unidas a la pared posterior del abdomen por un pliegue peritoneal en forma de abanico conocido como **mesenterio del intestino delgado** (véase fig. 7-30). El borde libre largo del pliegue encierra la parte móvil del intestino. La raíz corta del pliegue se continúa con el peritoneo parietal en la pared posterior del abdomen a lo largo de una línea que se dirige inferiormente y a la derecha; se extiende desde el lado izquierdo de la vértebra L2 hasta la región de la articulación sacroilíaca derecha. La **raíz del mesenterio** permite la entrada y la salida de las ramas de la vena y la arteria mesentéricas superiores, los vasos linfáticos, y de los nervios, hacia el espacio entre las dos capas de peritoneo que forman el mesenterio.

En el individuo vivo, el yeyuno puede distinguirse del íleon por las siguientes características (fig. 7-31).

- El yeyuno yace enrollado en la parte superior de la cavidad peritoneal por debajo del lado izquierdo del mesocolon transverso; el íleon se localiza en la parte inferior de la cavidad y en la pelvis (véase fig. 7-4).
- El yeyuno es más amplio, posee paredes más gruesas y tiene una tonalidad más rojiza que el íleon. La pared del yeyuno se percibe más gruesa debido a los pliegues permanentes de la membrana mucosa, es decir, los pliegues circulares, que son más grandes, numerosos y cercanos unos a otros en el yeyuno; en la porción superior del íleon, son más pequeños y distanciados entre sí (ausentes en la porción inferior; véase fig. 7-31).
- El mesenterio yeyunal está unido a la pared posterior del abdomen por encima y a la izquierda de la aorta, mientras que el mesenterio ileal está unido por debajo y a la derecha de la aorta.
- Los vasos mesentéricos yeyunales forman solo una o dos **arcadas**, con escasas

ramas largas (**vasos rectos**) que se dirigen a la pared del intestino. El íleon recibe numerosos y cortos vasos rectos terminales que se originan de tres o cuatro, o incluso más, arcadas.

- En el extremo ileal del mesenterio, la grasa se deposita cerca de la raíz y es escasa cerca de la pared del intestino. En el extremo ileal del mesenterio, la grasa se deposita ampliamente, de manera que se extiende desde la raíz hasta la pared del intestino.
- Pueden observarse **depósitos de tejido linfático (placas de Peyer)** en la membrana mucosa de la porción inferior del íleon, a lo largo del borde antimesentérico. En el individuo vivo, estos pueden ser visibles desde el exterior a través de la pared del íleon.

Vascularización

El aporte arterial proviene de algunas ramas de la **arteria mesentérica superior** (fig. 7-32). Las **ramas intestinales** se originan en el lado izquierdo de la arteria y discurren en el mesenterio para alcanzar el intestino. Se anastomosan unas con otras para formar las **arcadas**, en forma de arcos (véanse figs. 7-31 y 7-32). Estas arcadas dan origen a distintos **vasos rectos (arterias rectas)**, los cuales se dirigen a las paredes del intestino. La **arteria ileocólica** también irriga la porción más inferior del íleon (véase fig. 7-32).

Las venas se corresponden con las ramas de la arteria mesentérica superior y drenan en la **vena mesentérica superior** (véase fig. 7-22).

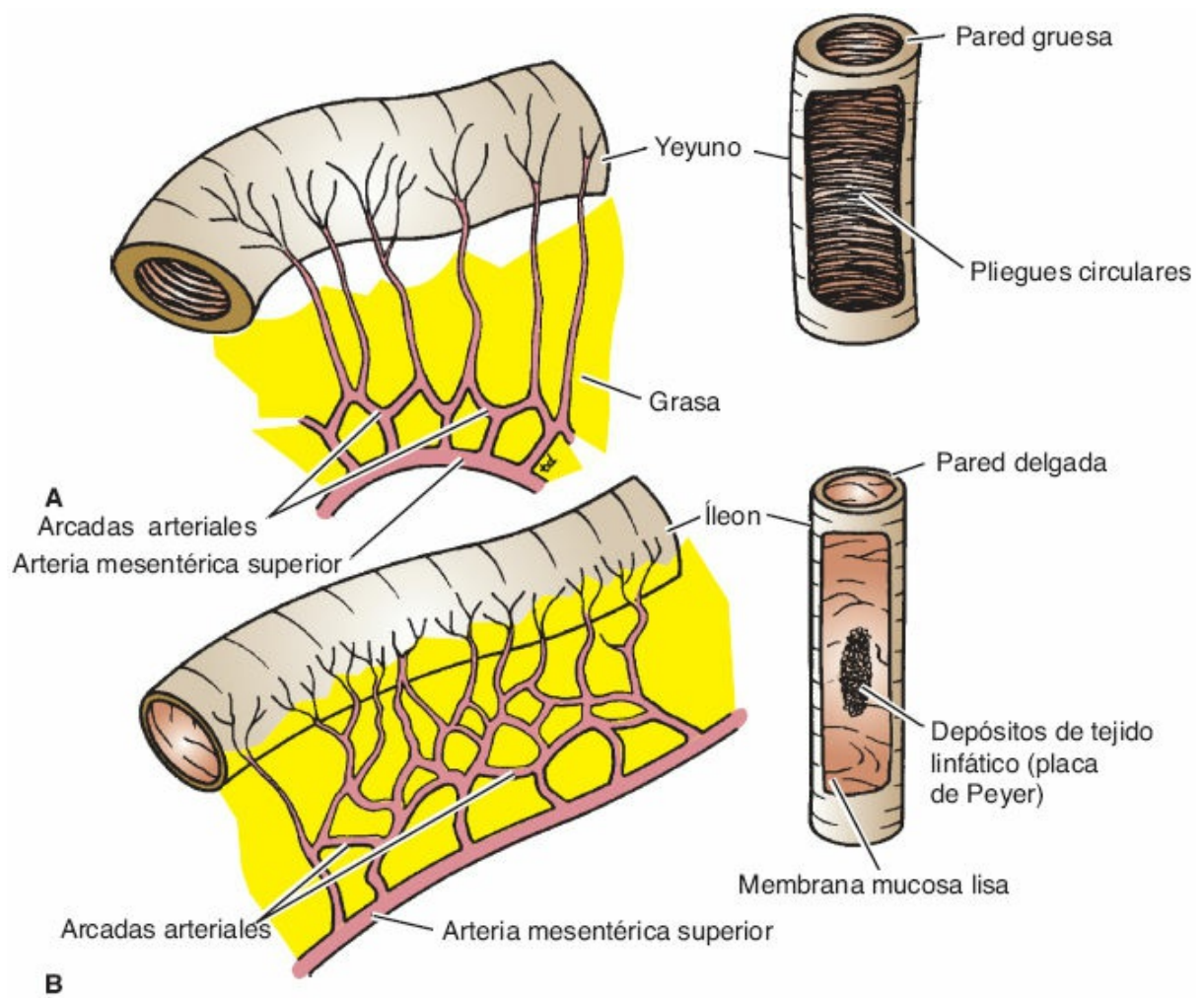


Figura 7-31 Algunas de las diferencias externas e internas entre el yeyuno y el íleon. **A.** Yeyuno. **B.** Íleon.

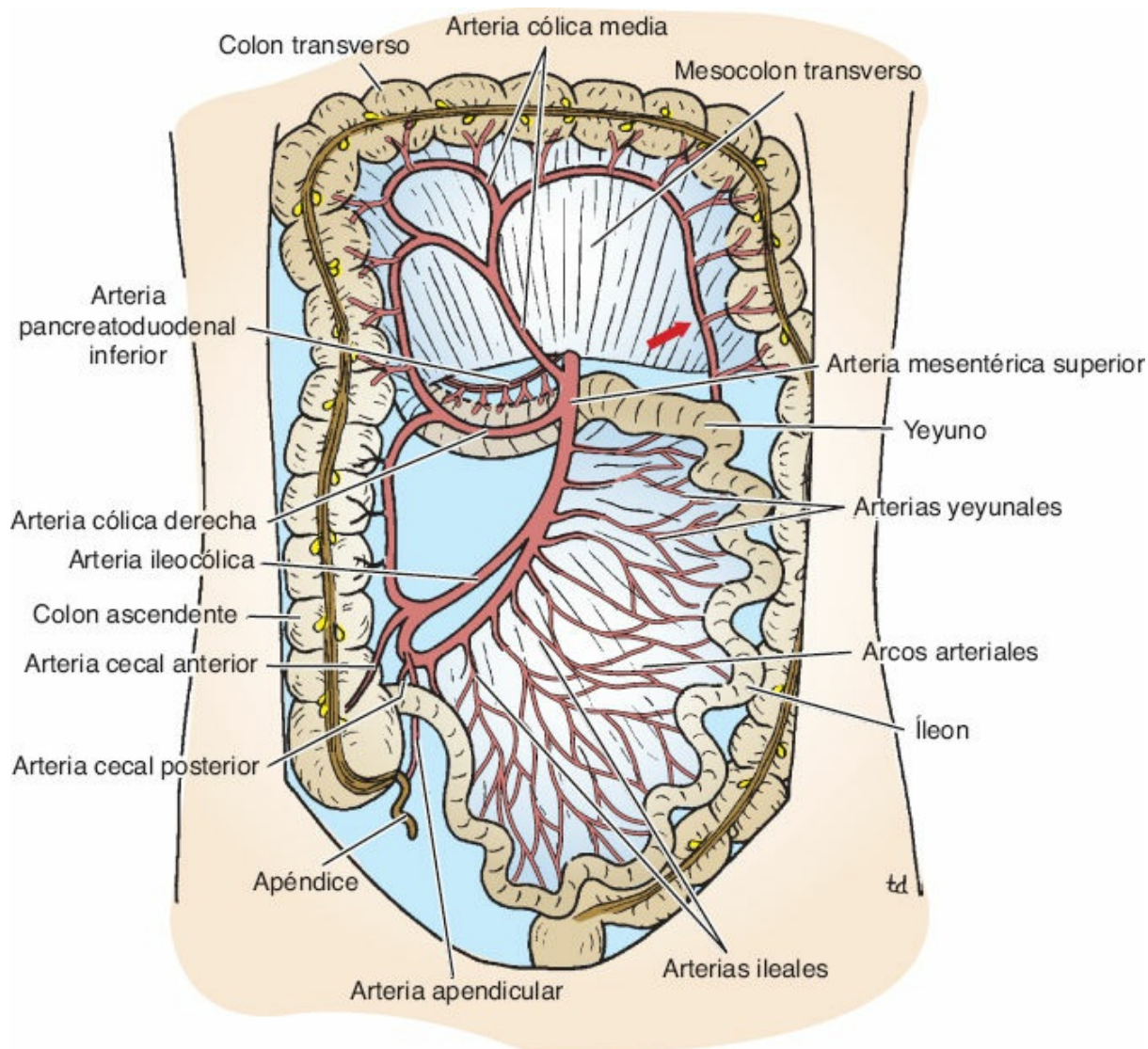


Figura 7-32 Arteria mesentérica superior y sus ramas. Obsérvese que esta arteria irriga el intestino desde la mitad de la segunda porción del duodeno hasta el tercio distal del colon transverso (*flecha*).



Notas clínicas

Traumatismos del yeyuno y el íleon

Debido a su extensión y posición, el intestino delgado suele dañarse en caso de traumatismos. La extrema movilidad y elasticidad permite que las asas intestinales se superpongan las unas sobre las otras en los casos de traumatismo contuso. Las heridas penetrantes y leves pueden cerrarse por sí solas como consecuencia de la obstrucción del orificio por parte de la mucosa y la contracción del músculo liso de la pared. El material proveniente de heridas de gran tamaño se filtra libremente hacia la cavidad peritoneal. La columna vertebral y el borde prominente de la vértebra sacra S1 pueden constituir una base firme para evitar el aplastamiento intestinal en casos de lesiones en la línea media. Los contenidos del intestino delgado presentan un pH casi neutro, y producen solo una irritación química leve en el peritoneo.

Identificación del yeyuno y el íleon

Diferenciar el yeyuno del íleon es necesario en casos como, por ejemplo, una **evisceración abdominal postoperatoria**, que se caracteriza por la salida de asas intestinales fuera del abdomen. Las diferencias macroscópicas se han descrito anteriormente en este capítulo.

Tumores y quistes mesentéricos del intestino delgado

La línea de unión del mesenterio del intestino delgado a la pared posterior del abdomen se extiende inferiormente desde un punto inmediatamente a la izquierda de la línea media, cerca de 5 cm inferior al plano transpilórico (L1), hasta la fosa ilíaca derecha. Un tumor o quiste del mesenterio, cuando se palpa a través de la pared anterior del abdomen, es más móvil perpendicularmente a la línea de inserción que a lo largo de esta.

Fibras nociceptivas del yeyuno y el íleon

Las fibras nociceptivas atraviesan el plexo simpático mesentérico superior y pasan a la médula espinal a través de los **nervios espláncnicos**. El dolor referido desde este segmento del tubo digestivo se percibe en los dermatomas inervados por los nervios torácicos T9, T10 y T11. La estrangulación de un asa intestinal en una hernia inguinal desencadena primero dolor en la región umbilical. Solo después, cuando aumenta el dolor y se localiza en la región inguinal, se inflama el peritoneo parietal del saco herniario (*véanse las Notas clínicas sobre dolor abdominal*).

Oclusión arterial mesentérica

La arteria mesentérica superior, una rama de la aorta abdominal, irriga una buena parte del intestino, desde la mitad de la segunda porción del duodeno hasta la flexura cólica izquierda. La oclusión de la arteria o una de sus ramas afecta gravemente el flujo sanguíneo hacia todo o parte de este segmento de intestino. La obstrucción puede ser resultado de un émbolo, trombo, disección o aneurisma aórticos.

Trombosis venosa mesentérica

La estasis del lecho venoso puede provocar una trombosis de la vena mesentérica superior, que drena la misma área de intestino irrigada por la arteria mesentérica superior. La cirrosis hepática acompañada de hipertensión portal puede predisponer a esta afección.

Divertículo de Meckel

El divertículo de Meckel, una alteración congénita del íleon, se describe en el apartado de *Notas embriológicas*.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos pasan a través de diversos nódulos linfáticos mesentéricos intermedios para finalmente desembocar en los **nódulos mesentéricos superiores**, ubicados alrededor del origen de la arteria mesentérica superior.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos (vagos) del **plexo mesentérico superior** inervan el yeyuno y el íleon.

Intestino grueso

El intestino grueso se extiende desde el íleon hasta el ano. Sus partes abdominales son el **ciego**, el **apéndice**, el **colon ascendente**, el **colon transverso**, el **colon descendente** y la **porción superior del colon sigmoide**. La porción inferior del colon sigmoide, el recto y el **canal anal** también son componentes del intestino grueso, ubicados en la pelvis. El colon sigmoide, el recto y el canal anal se describen en detalle en los [capítulos 9 y 10](#). La porción

del intestino grueso que se conoce como **colon** se extiende del ciego al colon sigmoide. Las funciones más relevantes del intestino grueso son la absorción de agua y electrolitos y el almacenamiento de material no digerido hasta el momento de la defecación en forma de heces.

Ciego

El ciego es la porción del intestino grueso ubicada inferior al nivel de la unión del íleon con el intestino grueso (fig. 7-33; véase también fig. 7-32). Es un fondo de saco ciego que se halla en la fosa ilíaca derecha. Mide aproximadamente 6 cm, y está recubierto por completo de peritoneo. Posee una libertad de movimiento considerable, aunque no tiene mesenterio. El apéndice está unido a su cara posteromedial. La presencia de pliegues peritoneales en la periferia del ciego crea los recesos ileocecal superior, ileocecal inferior y retrocecal (véase la sección sobre bolsas peritoneales, recesos, espacios y surcos en este mismo capítulo).

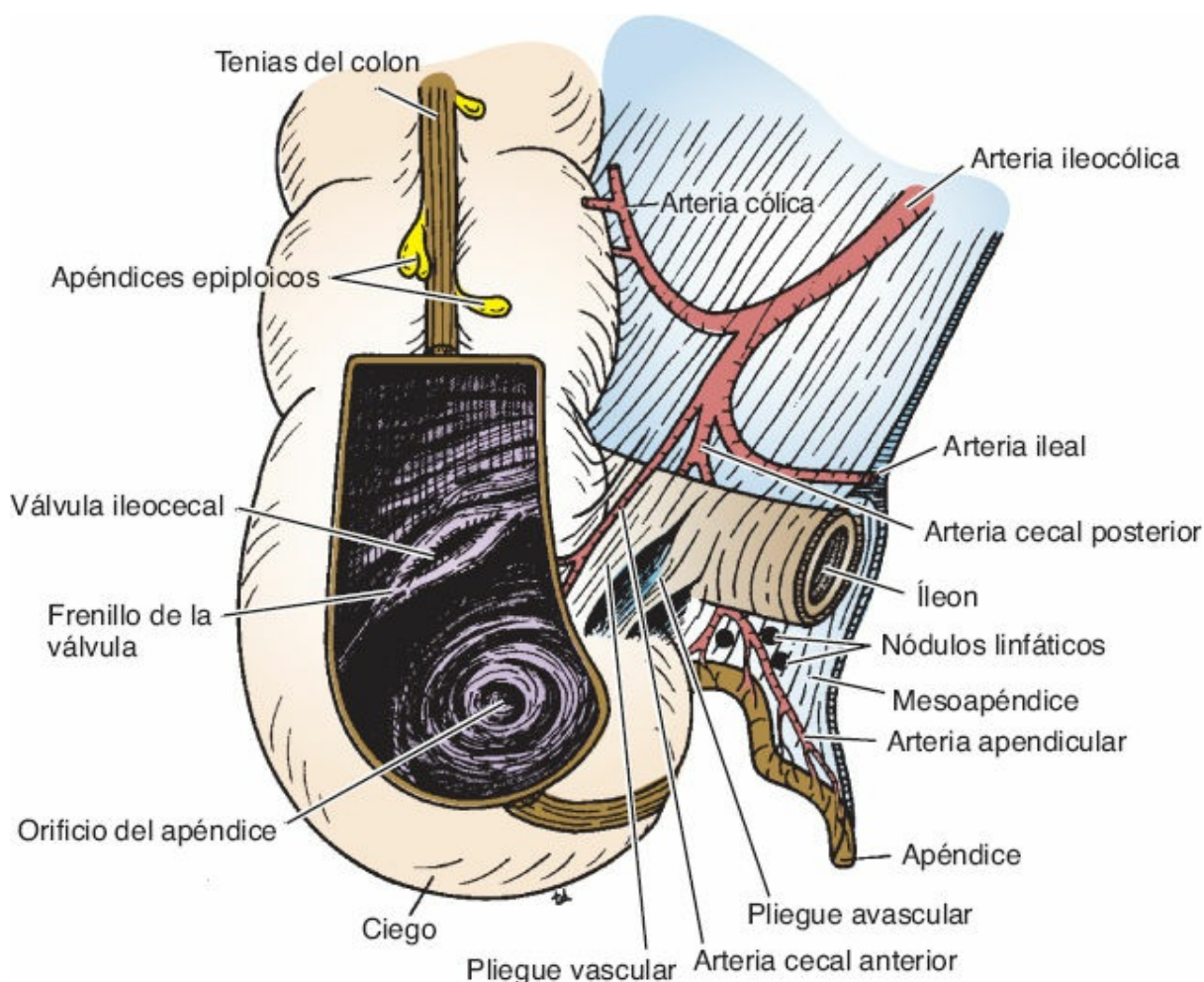


Figura 7-33 Ciego y apéndice. Obsérvese que la arteria apendicular es una rama de la arteria cecal posterior. El borde del mesoapéndice se ha seccionado para mostrar las capas peritoneales.

Al igual que en el colon, el músculo longitudinal está constituido principalmente por tres bandas planas, las **tenias del colon**, que convergen en la

base del apéndice y proporcionan un revestimiento muscular longitudinal completo. El ciego suele estar distendido por gas y, por lo tanto, puede palparse a través de la pared anterior del abdomen en el individuo vivo.

La porción terminal del íleon entra en el intestino grueso en la unión del ciego con el colon ascendente. La abertura presenta dos pliegues, o labios, que forman la válvula ileocecal (*véase* más adelante). El apéndice se comunica con la cavidad del ciego a través de una abertura posteroinferior a la abertura ileocecal.

Relaciones

- **Anteriormente.** Asas de intestino delgado; en ocasiones, algunas porciones del omento mayor; y pared anterior del abdomen en la región ilíaca derecha.
- **Posteriormente.** Músculos psoas e ilíaco, nervio femoral y nervio cutáneo femoral lateral (*fig. 7-34*). El apéndice suele ubicarse posterior al ciego.
- **Medialmente.** El apéndice emerge desde la cara medial del ciego (*véase fig. 7-33*).

Vascularización

El ciego es irrigado por las **arterias cecales anterior y posterior**, que son ramas de la arteria ileocólica, tributaria de la arteria mesentérica superior (*véase fig. 7-33*). Las venas se corresponden con las arterias y drenan en la **vena mesentérica superior**.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos pasan a través de varios nódulos linfáticos mesentéricos y desembocan en los **nódulos linfáticos mesentéricos superiores**.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos (vagos), que emergen del **plexo mesentérico superior**, inervan el ciego.

Válvula ileocecal

La válvula ileocecal, una estructura rudimentaria, está compuesta por dos pliegues horizontales de mucosa que se proyectan alrededor del foramen del íleon (*véase fig. 7-33*). La válvula no desempeña un papel importante en la prevención del reflujo de los contenidos cecales hacia el íleon. El músculo circular de la porción inferior del íleon (conocido como **esfínter ileocecal** por los fisiólogos) sirve como esfínter y controla el flujo del contenido desde el íleon hacia el colon. El tono del músculo liso aumenta de manera refleja cuando el ciego se distiende; la hormona **gastrina**, producida por el estómago, provoca la relajación del tono muscular.

Apéndice (vermiforme)

El *apéndice* (*véase fig. 7-1*) es un estrecho tubo muscular que contiene gran

cantidad de tejido linfático. Presenta una longitud variable de 8 a 13 cm. La base está unida a la cara posteromedial del ciego, cerca de 2,5 cm por debajo de la unión ileocecal (véase [fig. 7-33](#)). El resto del apéndice es libre. Posee un revestimiento peritoneal completo que está unido al mesenterio del intestino delgado a través de un corto mesenterio propio, el **mesoapéndice**. El mesoapéndice contiene los vasos y nervios apendiculares.

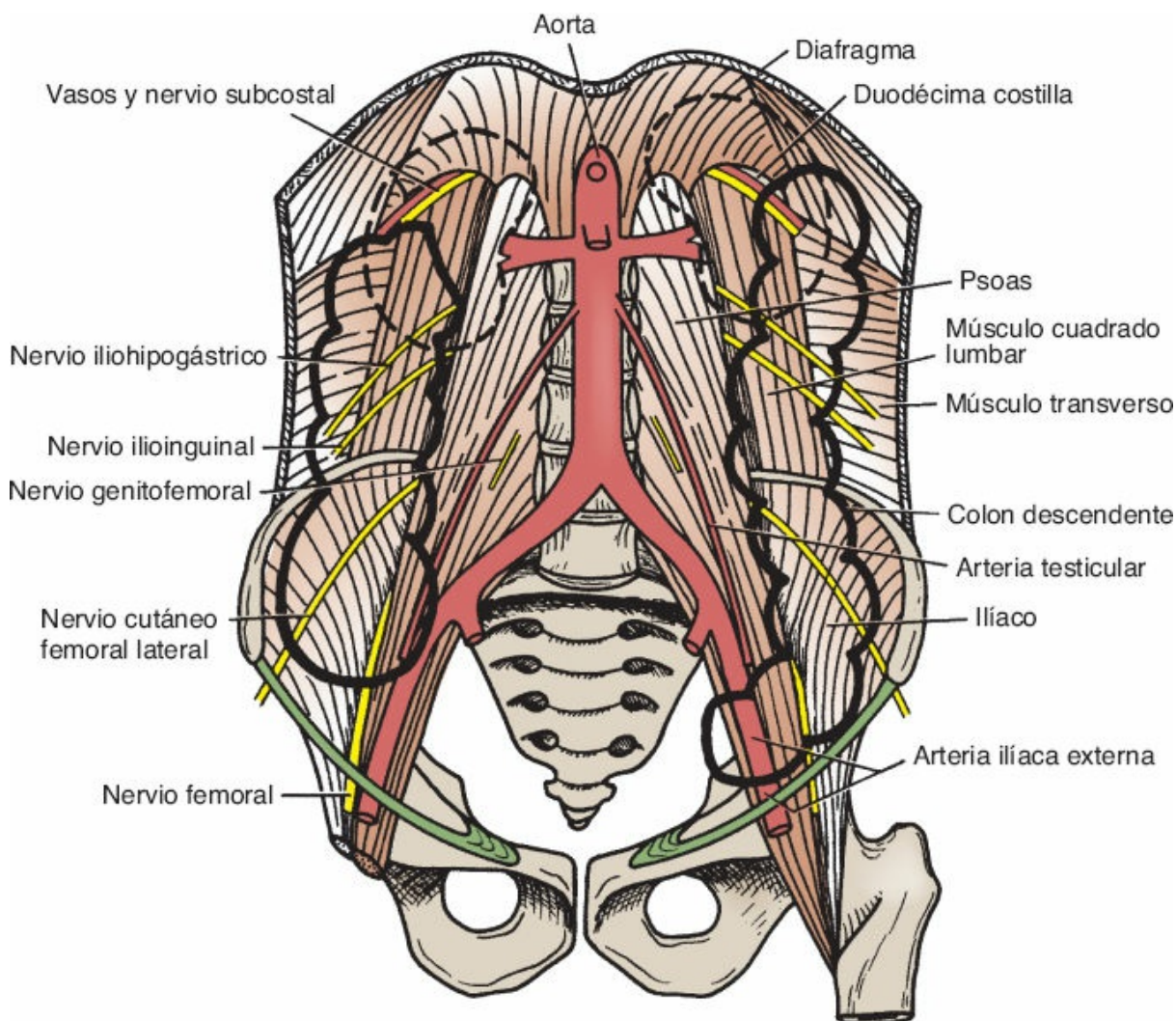


Figura 7-34 Relaciones de los riñones y el colon en la pared posterior del abdomen.

El apéndice se localiza en la fosa ilíaca derecha. En relación con la pared anterior del abdomen, su base se localiza a un tercio de la longitud de una línea oblicua que une la espina ilíaca anterior superior derecha con el ombligo (**punto de McBurney**). Dentro del abdomen, la base del apéndice puede ubicarse fácilmente identificando las tenias del colon en el ciego y trazando su trayecto hasta la base del apéndice, en donde convergen para formar un revestimiento muscular longitudinal continuo (véanse [figs. 7-32](#) y [7-33](#)).

Posiciones habituales de la punta del apéndice

La punta del apéndice posee una extensa amplitud de movimiento y puede encontrarse en las siguientes posiciones: 1) proyectada inferiormente hacia la

pelvis contra la pared derecha de la pelvis, 2) enrollada por detrás del ciego, 3) proyectada superiormente a lo largo del borde lateral del ciego, y 4) ubicada por delante o por detrás de la porción terminal del íleon. La primera y la segunda posición son las más habituales.

Vascularización

La **arteria apendicular** es una rama de la arteria cecal posterior (véase [fig. 7-33](#)). La **vena apendicular** drena en la vena cecal posterior.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos drenan en uno o dos nódulos localizados en el mesoapéndice y, finalmente, llegan a los **nódulos linfáticos mesentéricos superiores**.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos (vagos), que emergen del **plexo mesentérico superior**, inervan el apéndice. Las fibras aferentes encargadas de conducir los nociceptores viscerales desde el apéndice acompañan a los nervios simpáticos y entran en la médula espinal a nivel del décimo segmento torácico.

Colon ascendente

El colon ascendente mide cerca de 13 cm de largo y se localiza en el cuadrante inferior derecho ([fig. 7-35](#)). Se extiende superiormente desde el ciego hasta la cara inferior del lóbulo derecho del hígado, en donde gira a la izquierda para formar la **flexura cólica derecha (hepática)** y se continúa con el colon transverso. El peritoneo reviste la cara anterior y los laterales del colon ascendente para fijarlo a la pared posterior del abdomen.

Relaciones

- **Anteriormente.** Asas de intestino delgado, omento mayor y pared anterior del abdomen (véanse [figs. 7-3](#) y [7-4](#)).
- **Posteriormente.** Músculo ilíaco, cresta ilíaca, músculo cuadrado lumbar, origen del músculo transverso del abdomen y polo inferior del riñón derecho. Los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal cruzan por detrás.

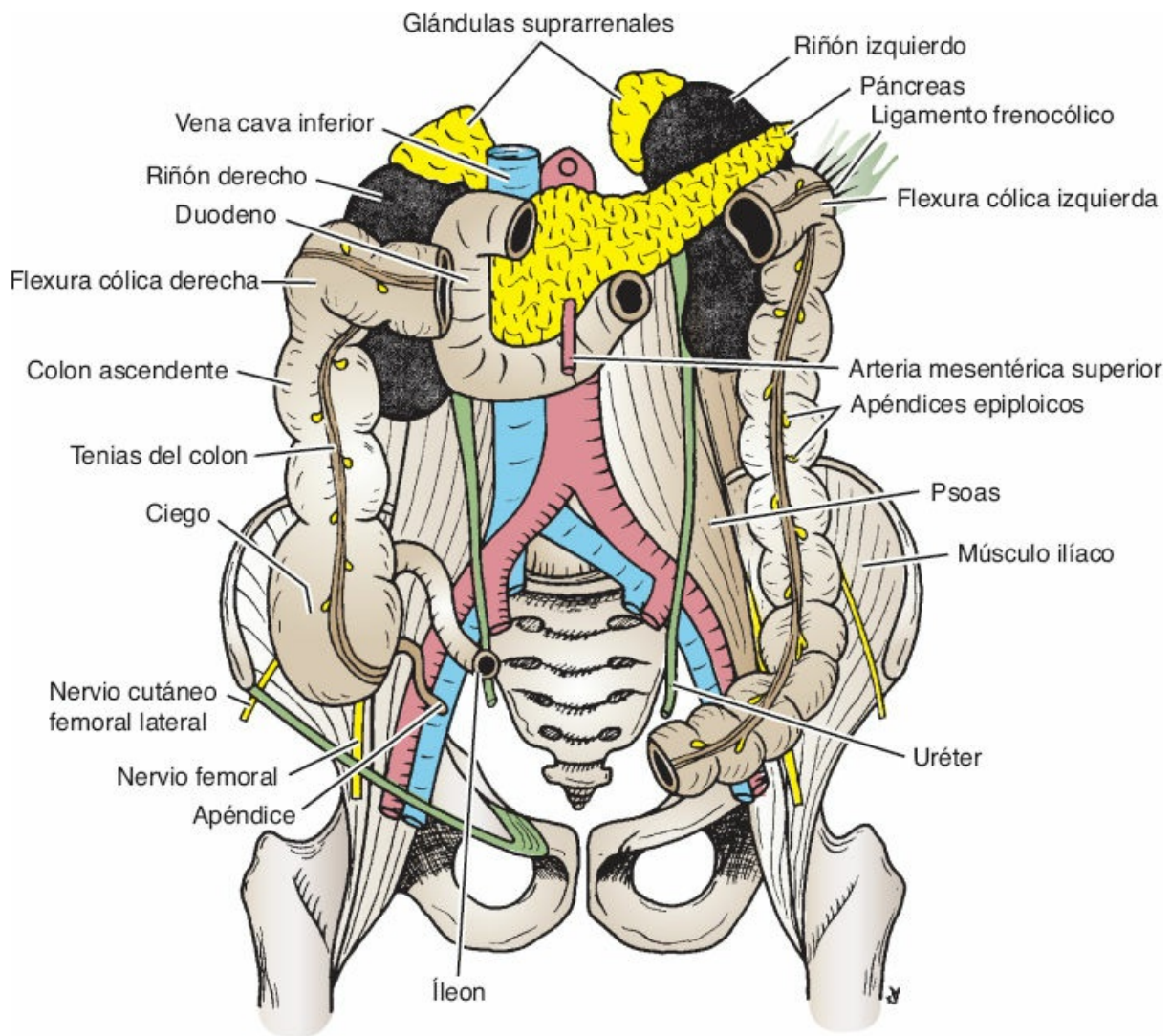


Figura 7-35 Porción terminal del íleon, el ciego, el apéndice, el colon ascendente, la flexura cólica derecha, la flexura cólica izquierda y el colon descendente en la cavidad abdominal. Obsérvense las tenias del colon y los apéndices epiploicos.

Vascularización

Las ramas **ileocólica** y **cólica derecha** de la arteria mesentérica superior irrigan esta área (véase [fig. 7-32](#)). Las venas corresponden a las arterias y drenan en la **vena mesentérica superior**.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos drenan en los nódulos que se localizan a lo largo del trayecto de los vasos sanguíneos cólicos y desembocan en los **nódulos mesentéricos superiores**.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos (vagos) del **plexo mesentérico superior** inervan esta área del colon.

Colon transverso

El colon transverso mide cerca de 38 cm de longitud y se extiende a través del abdomen, ocupando la región umbilical. Comienza en la flexura cólica derecha inferior al lóbulo derecho del hígado (véase [fig. 7-5](#)) y cuelga inferiormente mantenido por el mesocolon transverso desde el páncreas (véase [fig. 7-7](#)). A continuación, asciende a la **flexura cólica izquierda (esplénica)** por debajo del bazo. La flexura cólica izquierda es más superior que la derecha, y cuelga del diafragma mantenida por el **ligamento frenocólico** (véase [fig. 7-35](#)).

El **mesocolon transverso (mesenterio transverso del colon)** mantiene el colon transverso desde el borde anterior del páncreas (véase [fig. 7-7](#)). El mesenterio está unido al borde superior del colon transverso; las capas posteriores del omento mayor se unen al borde inferior. Debido a la longitud del mesocolon transverso, la posición del colon transverso es extremadamente variable, y en ocasiones llega a alcanzar la pelvis inferiormente.

Relaciones

- **Anteriormente.** Omento mayor y pared anterior del abdomen (regiones umbilical e hipogástrica) (véase [fig. 7-7](#)).
- **Posteriormente.** Segunda porción del duodeno, cabeza del páncreas, y asas de yeyuno e íleon (véase [fig. 7-35](#)).

Vascularización

La **arteria cólica media**, una rama de la arteria mesentérica superior, irriga los dos tercios proximales (véase [fig. 7-32](#)). La **arteria cólica izquierda**, rama de la arteria mesentérica inferior, irriga el tercio distal ([fig. 7-36](#)).

Las venas se corresponden con las arterias y drenan en las **venas mesentéricas superior e inferior**.

Drenaje linfático

Los dos tercios proximales drenan en los nódulos cólicos y después en los **nódulos mesentéricos superiores**. El tercio distal drena en los nódulos cólicos y después en los **nódulos mesentéricos inferiores**.

Inervación

Los nervios simpáticos y vagos inervan los dos tercios proximales a través del **plexo mesentérico superior**. Los nervios pélvicos espláncnicos simpáticos y parasimpáticos inervan el tercio distal a través del **plexo mesentérico inferior**.

Colon descendente

El colon ascendente mide cerca de 25 cm de longitud, y se localiza en los cuadrantes superior e inferior izquierdos (véase [fig. 7-35](#)). Se extiende inferiormente desde la flexura cólica, hacia el borde circunferencial pélvico, donde se continúa con el colon sigmoide. Véase en el [capítulo 9](#) la descripción del colon sigmoide. El peritoneo reviste la cara anterior y los laterales, y lo une a la pared posterior del abdomen.

Relaciones

- **Anteriormente.** Asas de intestino delgado, omento mayor y pared anterior del abdomen (véanse figs. 7-3 y 7-4).
- **Posteriormente.** Borde lateral del riñón izquierdo, origen del músculo transverso del abdomen, músculo cuadrado lumbar, cresta ilíaca, músculo ilíaco y músculo psoas izquierdo. Los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal, el nervio lateral cutáneo del muslo y el nervio femoral también se localizan posteriormente (véase fig. 7-34).

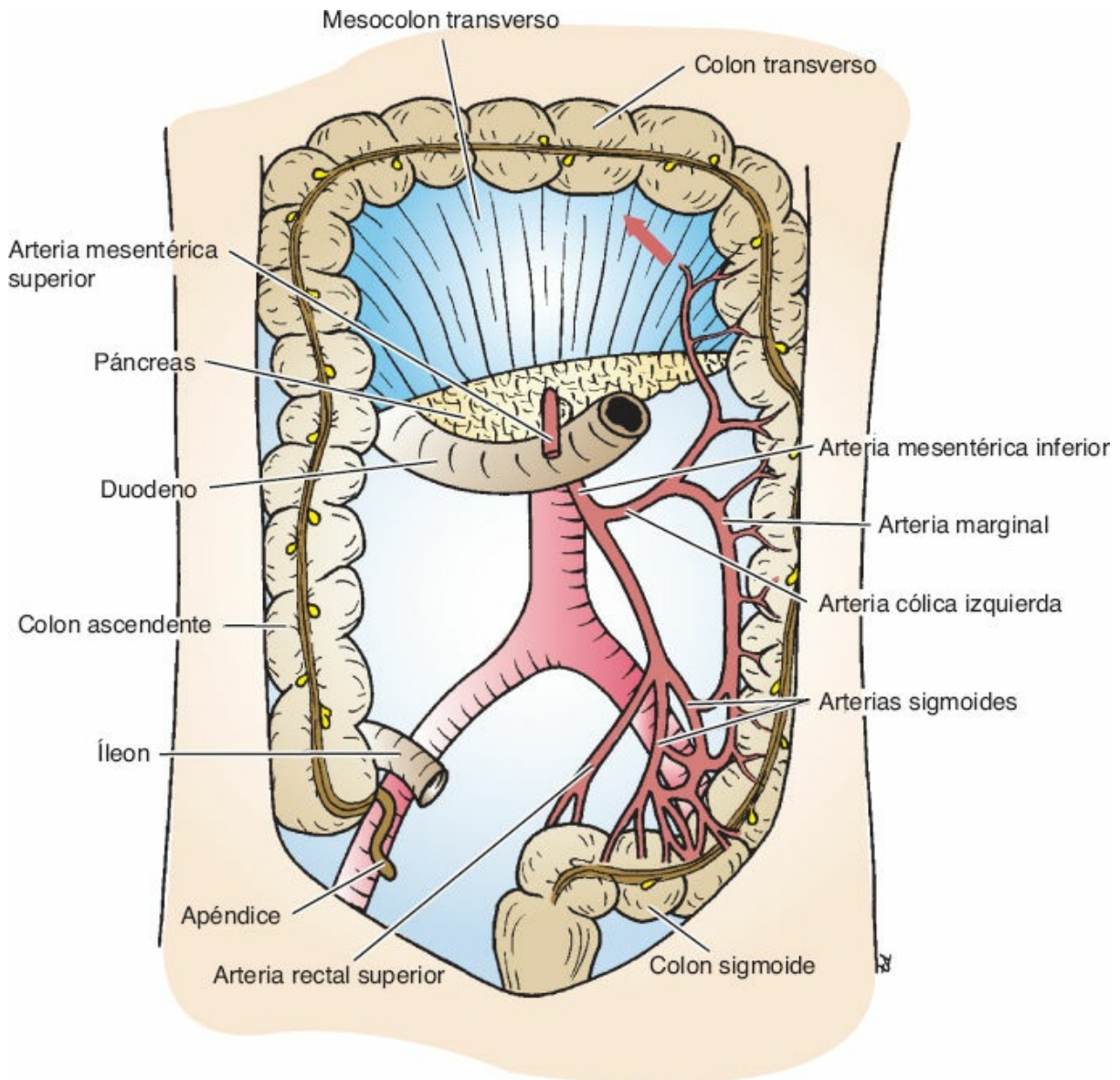


Figura 7-36 Arteria mesentérica inferior y sus ramas. Obsérvese que esta arteria irriga el intestino grueso desde el tercio distal del colon transverso hasta la mitad del canal anal. Se anastomosa con la rama cólica media de la arteria mesentérica superior (*flecha*).

Vascularización

Las **ramas cólica y sigmoidea** de la arteria mesentérica inferior irrigan esta área (véase [fig. 7-36](#)). Las venas se corresponden con las arterias y drenan en la **vena**

mesentérica inferior.

Drenaje linfático

La linfa drena en los nódulos cólicos y los **nódulos mesentéricos inferiores** cerca del origen de la arteria mesentérica inferior.

Inervación

La inervación la llevan a cabo los **nervios pélvicos esplácnicos** simpáticos y parasimpáticos a través del plexo mesentérico inferior.

Diferencias entre los intestinos delgado y grueso

Las diferencias externas entre los intestinos grueso y delgado son las siguientes:

- El intestino delgado (excepto el duodeno) es móvil, mientras que las porciones ascendentes y descendentes del colon son fijas.
- La luz del intestino delgado lleno es menor que la del intestino grueso lleno.
- El intestino delgado (excepto el duodeno) posee un mesenterio que discurre inferiormente a través de la línea media y hacia la fosa ilíaca derecha.
- El músculo longitudinal del intestino delgado forma una capa continua alrededor del intestino. En el intestino grueso (con excepción del apéndice), el músculo longitudinal se une en tres bandas, las **tenias del colon** ([fig. 7-37](#)).
- El intestino delgado no posee tejido adiposo unido a sus paredes. El intestino grueso presenta tejido adiposo, los **apéndices omentales (apéndices epiploicos)**.
- La pared del intestino delgado es lisa, mientras que la del intestino grueso presenta formaciones saculares conocidas como **haustros**.

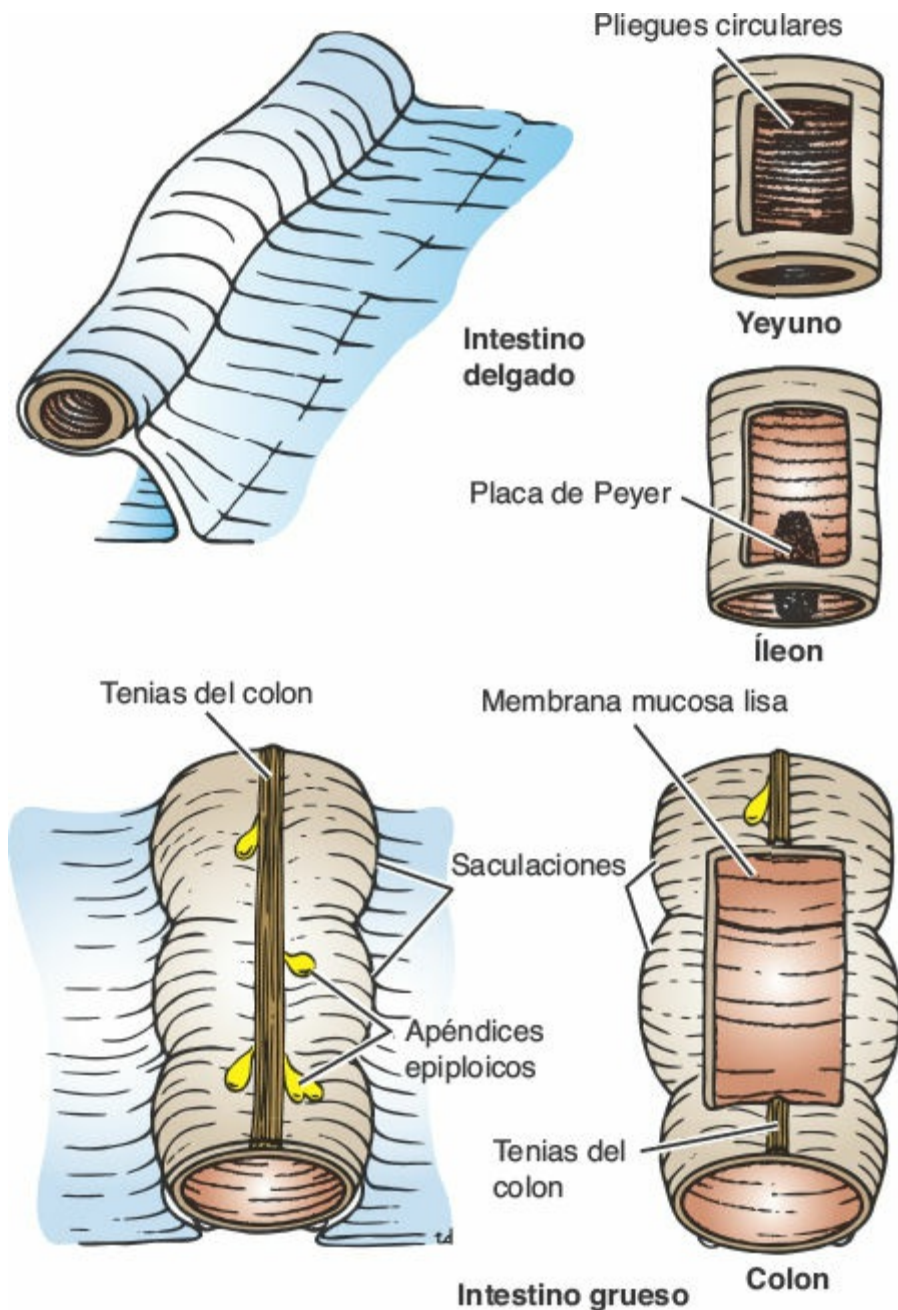


Figura 7-37 Algunas de las diferencias externas e internas entre el intestino grueso y el delgado.

Las diferencias internas entre los intestinos grueso y delgado son las siguientes:

- La membrana mucosa del intestino delgado presenta algunos pliegues permanentes, denominados **pliegues circulares**, que no se observan en el intestino grueso (véase [fig. 7-37](#)).
- La membrana mucosa del intestino delgado presenta **vellosidades intestinales**, ausentes en el intestino grueso.
- En la membrana mucosa del intestino delgado se observan acumulaciones de tejido linfático, las **placas de Peyer**; estas no están presentes en el intestino grueso.



Notas clínicas

Colonoscopia

Debido a que el cáncer colorrectal es una de las causas más frecuentes de muerte en las sociedades occidentales, la colonoscopia se ha convertido en un procedimiento estándar para la detección precoz de tumores malignos. Este procedimiento permite la visualización directa de la membrana mucosa del colon a través de un tubo flexible, o **endoscopio**. Después de un lavado completo del intestino grueso, el paciente es sedado, y el tubo se introduce suavemente a través del canal anal. El interior del intestino grueso puede observarse desde el ano hasta el ciego ([fig. 7-38](#)). Es posible tomar fotografías de áreas sospechosas, como pólipos, y obtener muestras de biopsia para el estudio de patología. A pesar de ser un procedimiento relativamente costoso, permite una exploración más detallada para la detección de cáncer colorrectal que la combinación de la prueba de sangre oculta en heces y la exploración del colon distal a través de una **sigmoidoscopia** (véase [cap. 9](#), las *Notas clínicas* sobre la sigmoidoscopia).

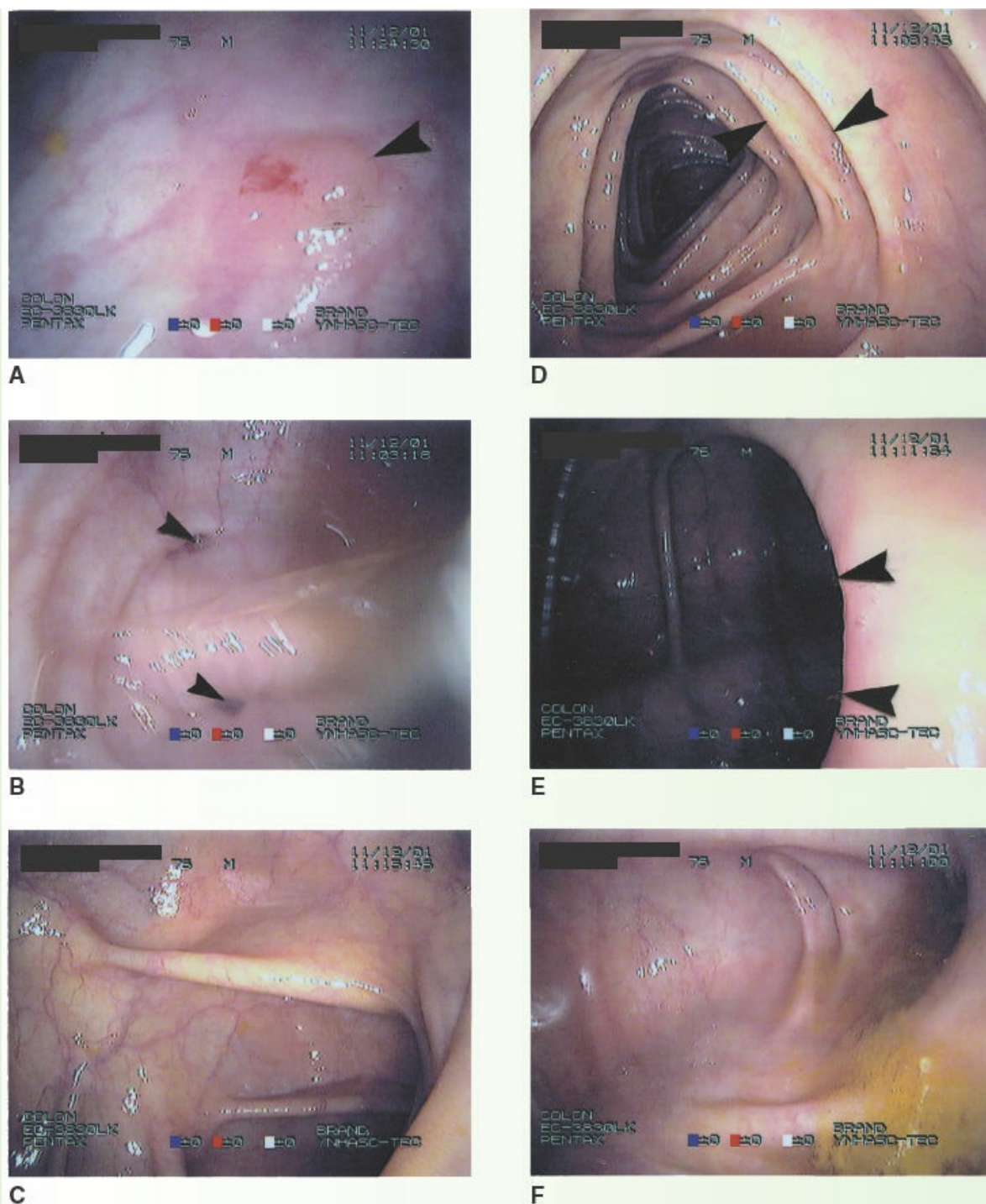


Figura 7-38 Estudios de tránsito del intestino grueso obtenidos durante una colonoscopia. **A.** La mucosa rectal muestra un pequeño pólipa benigno (*punta de flecha*). **B.** La membrana mucosa del sigmoide muestra evidencia de diverticulosis leve. Las *puntas de flecha* indican la entrada a las bolsas de mucosa. **C.** La flexura cólica izquierda (esplénica) es normal. Obsérvense los reflejos tenues causados por las gotas de moco en la mucosa. **D.** El colon transversa muestra los característicos pliegues o surcos normales (*puntas de flecha*) entre las saculaciones de la pared del colon. **E.** Labio superior de la válvula ileocecal (*puntas de flecha*) con aspecto normal. **F.** Por último, la membrana mucosa que reviste la pared inferior o el suelo del ciego se observa normal (cortesía de: M.H. Brand).

Variaciones en la posición del apéndice

La variedad de posiciones en las que puede encontrarse el apéndice es importante para el diagnóstico de apendicitis. Por ejemplo, los apéndices retrocecales pueden ubicarse posteriores al

ciego, distendido por gas, lo cual dificulta la maniobra de dolor por descompresión sobre la región iliaca derecha. Por el contrario, la irritación del músculo psoas puede hacer que el paciente mantenga flexionada la articulación de la cadera derecha.

Los apéndices que cuelgan inferiormente hacia la pelvis pueden no provocar dolor abdominal en el cuadrante inferior derecho, pero sí pueden provocar un dolor intenso justo por encima de la sínfisis del pubis. La exploración vaginal o rectal puede causar dolor peritoneal en el lado derecho de la pelvis.

Predisposición del apéndice a las infecciones

Los siguientes factores predisponen al apéndice a sufrir infecciones:

- Es un tubo largo, estrecho y ciego, lo que propicia la estasis del contenido del intestino grueso.
- Posee una gran cantidad de tejido linfático en su pared.
- La luz tiene tendencia a obstruirse por contenidos intestinales de consistencia dura (**enterolitos**), que conduce a mayor estancamiento del contenido.

Predisposición del apéndice a perforaciones

El apéndice es irrigado por una pequeña arteria que no se anastomosa con otras arterias. Las ramas terminales de la arteria apendicular irrigan el extremo ciego del apéndice. El edema inflamatorio de la pared del apéndice comprime la circulación hacia el apéndice, y suele provocar trombosis de la arteria apendicular. Estas anomalías suelen provocar necrosis o gangrena de la pared del apéndice, así como perforación.

La perforación del apéndice o la migración de bacterias a través de la pared inflamada del apéndice provoca la infección del peritoneo del saco mayor. El papel preventivo que desempeña el omento mayor en la diseminación de la infección peritoneal se describe en la sección de *Notas clínicas* sobre el omento mayor.

Dolor por apendicitis

El dolor visceral en el apéndice es consecuencia de la distensión de su luz o al espasmo de su músculo. Las fibras nociceptivas aferentes entran en la médula espinal a nivel del segmento torácico T10, y se siente **dolor referido inespecífico** en la región del ombligo. Después, el dolor migra al punto de irritación del peritoneo parietal provocado por el apéndice inflamado. En este lugar, el dolor referido es **específico, intenso y localizado** (véanse las *Notas clínicas* sobre dolor abdominal).

Traumatismos del ciego y el colon

Las **heridas contusas** ocurren con mayor frecuencia donde las partes móviles del colon (transverso y sigmoide) se unen con las fijas (ascendente y descendente). Las **heridas penetrantes** por arma blanca son frecuentes. Las múltiples relaciones anatómicas de las partes del colon explican por qué el traumatismo aislado del colon no es habitual.

Cáncer de intestino grueso

El cáncer de intestino grueso es relativamente habitual en personas mayores de 50 años. El crecimiento se limita a la pared del intestino durante un período prolongado antes de diseminarse por vía linfática. La diseminación hematógena a través de la circulación portal se presenta en estadios tardíos. El tratamiento exitoso de este tipo de cáncer depende en gran parte de un diagnóstico temprano, acompañado de una colectomía parcial con extracción de vasos y nódulos linfáticos de la región.

Diverticulosis

La diverticulosis es una afección frecuente del colon. Se caracteriza por la herniación de la mucosa de revestimiento a través del músculo circular entre las tenias del colon; se presenta en los lugares de debilidad de este músculo, es decir, donde los vasos sanguíneos lo perforan para entrar en él ([fig.](#)

7-39). La figura 7-39B muestra el lugar de herniación frecuente. El término **diverticulitis** se refiere a la inflamación de los divertículos, lo que puede provocar perforación de la pared intestinal.

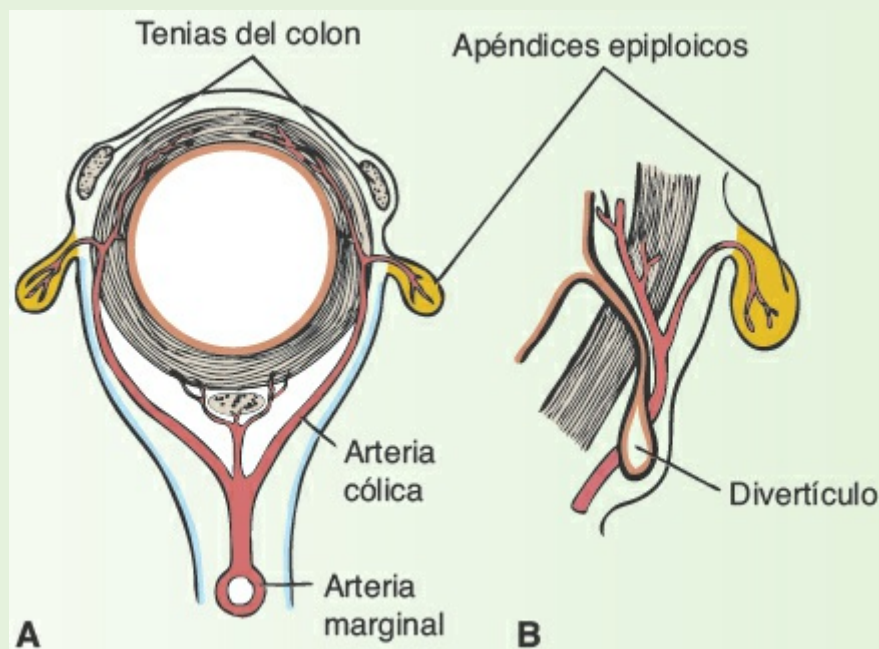


Figura 7-39 Vascularización del colon (A) y formación del divertículo (B). Obsérvese el paso del divertículo mucoso a través del músculo a lo largo del trayecto de la arteria.

Cecostomía y colostomía

Debido a su movilidad anatómica, el ciego, el colon transverso y el colon sigmoide pueden abrirse a la superficie a través de una incisión en la pared anterior del abdomen. Si el ciego o el colon transverso se abren, es posible que el contenido intestinal drene por esta vía. Estos procedimientos, conocidos como *cecostomía* o *colostomía*, respectivamente, se utilizan con el fin de tratar grandes obstrucciones en el intestino grueso.

Vólvulo

Debido su gran movilidad, en ocasiones el colon sigmoide rota alrededor de su mesenterio (vólvulo del colon sigmoide). Puede corregirse de manera espontánea, pero a veces la rotación puede agravarse hasta impedir la circulación sanguínea del intestino.

Invaginación o intususcepción intestinal

La invaginación intestinal se caracteriza por la entrada de un segmento proximal de intestino dentro de la luz del segmento distal adyacente (como si fuera un telescopio). Como es de esperar, existe gran riesgo de obstruir la circulación sanguínea hacia el intestino y provocar gangrena. Este fenómeno es frecuente en niños. Existen las modalidades ileoileal y colocólica, pero la **ileocólica** es la más frecuente.

La alta incidencia en niños puede explicarse por el gran tamaño del intestino grueso en comparación con el delgado durante esta etapa de la vida. Otro de los factores puede ser la posible inflamación de los depósitos de tejido linfático (placas de Peyer) debido a una infección. En este caso, la placa inflamada protruye hacia la luz, y el peristaltismo intenso de la pared del íleon intenta desplazarla distalmente a lo largo de la luz intestinal.



Notas embriológicas

Desarrollo del sistema digestivo

El tubo digestivo se forma a partir del saco vitelino. El endodermo forma el revestimiento epitelial, y el mesénquima esplácnico forma las capas serosa y muscular circundantes. El intestino en desarrollo se divide en **anterior**, **medio** y **posterior** (fig. 7-40).

Desarrollo del esófago

El esófago se desarrolla desde la porción estrecha del intestino anterior que antecede a la laringe (véase fig. 7-40). Inicialmente, es un tubo corto, pero cuando el diafragma y el corazón descienden, se elonga rápidamente.

Atresia esofágica

La atresia esofágica, con o sin fístula, con la tráquea se analiza a detalle en el [capítulo 5](#).

Estenosis esofágica

La estenosis esofágica es el estrechamiento de la luz del esófago, que suele presentarse en la porción inferior. Se trata a través de una dilatación.

Esófago corto congénito o braquiesófago

El acortamiento anómalo del esófago se debe a una **hernia hiatal esofágica** en el diafragma. Los contenidos del estómago fluyen hacia el esófago, lo que produce **esofagitis**.

Desarrollo del estómago

El estómago se desarrolla como una dilatación del intestino anterior (fig. 7-41). Inicialmente, el estómago presenta un mesenterio ventral y otro dorsal. Se produce un crecimiento muy activo a lo largo del borde dorsal, que se vuelve convexo y forma la **curvatura mayor**. El borde anterior se vuelve cóncavo y da lugar a la **curvatura menor**. El **fundus** se observa como una dilatación del extremo superior del estómago. En esta etapa, el estómago posee dos caras, derecha e izquierda, a las que se unen los **nervios vagos derecho e izquierdo**, respectivamente. Como consecuencia del amplio crecimiento del lóbulo derecho del hígado, el estómago rota gradualmente hacia la derecha de modo que la cara izquierda pasa a ser anterior. Los mesenterios ventral y dorsal también cambian de posición debido a la rotación del estómago, y es cuando forman los omentos y los diversos ligamentos peritoneales. La bolsa de peritoneo posterior al del estómago se conoce como **saco menor** (*bolsa omental*).

Estenosis pilórica hipertrófica congénita

La estenosis pilórica hipertrófica es una urgencia relativamente frecuente en lactantes de entre 3 y 6 semanas de edad. Se caracteriza por el engrosamiento de los músculos del píloro, que ocasiona el estrechamiento de la abertura del píloro e impide el paso normal del contenido estomacal hacia el intestino. La causa exacta de la estenosis se desconoce, aunque la evidencia señala a un número insuficiente de células ganglionares autónomas en el estómago. Es probable que esta anomalía conduzca a la incoordinación neuromuscular prenatal, hipertrofia muscular localizada e hiperplasia del esfínter pilórico. Es mucho más frecuente en niños.

Desarrollo del duodeno

El duodeno se desarrolla desde el extremo más caudal del intestino anterior y el extremo más cefálico del intestino medio. Esta región crece rápidamente para formar un asa. En esta etapa, el duodeno posee un mesenterio que se extiende a la pared posterior del abdomen y es parte del mesenterio dorsal. Una pequeña parte del mesenterio ventral también está unida al borde ventral de la primera porción del duodeno y la mitad superior de la segunda porción del duodeno. Cuando el estómago rota, el asa de duodeno también rota hacia la derecha, donde la segunda, tercera y cuarta porciones se adhieren a la pared posterior del abdomen. En esta etapa, el peritoneo posterior al

duodeno desaparece. No obstante, cierta cantidad de tejido muscular y fibroso que pertenece al mesenterio dorsal perdura en forma de **ligamento suspensorio del duodeno (ligamento de Treitz)**, que fija la parte terminal del duodeno y evita que se mueva inferiormente (fig. 7-42). El hígado y el páncreas se originan como esbozos endodérmicos desde el duodeno en desarrollo.

Atresia y estenosis

Durante el desarrollo del duodeno, las células que lo revisten proliferan a tal velocidad que la luz se cierra por completo. Después, como resultado de la degeneración de estas células, el intestino se recanaliza. El fallo en la degeneración de las células produce atresia o estenosis. La [figura 7-43](#) muestra diversas formas de atresia y estenosis. El vómito es el síntoma principal más frecuente; suele ser biliar. Es esencial el tratamiento quirúrgico durante los primeros días de vida.

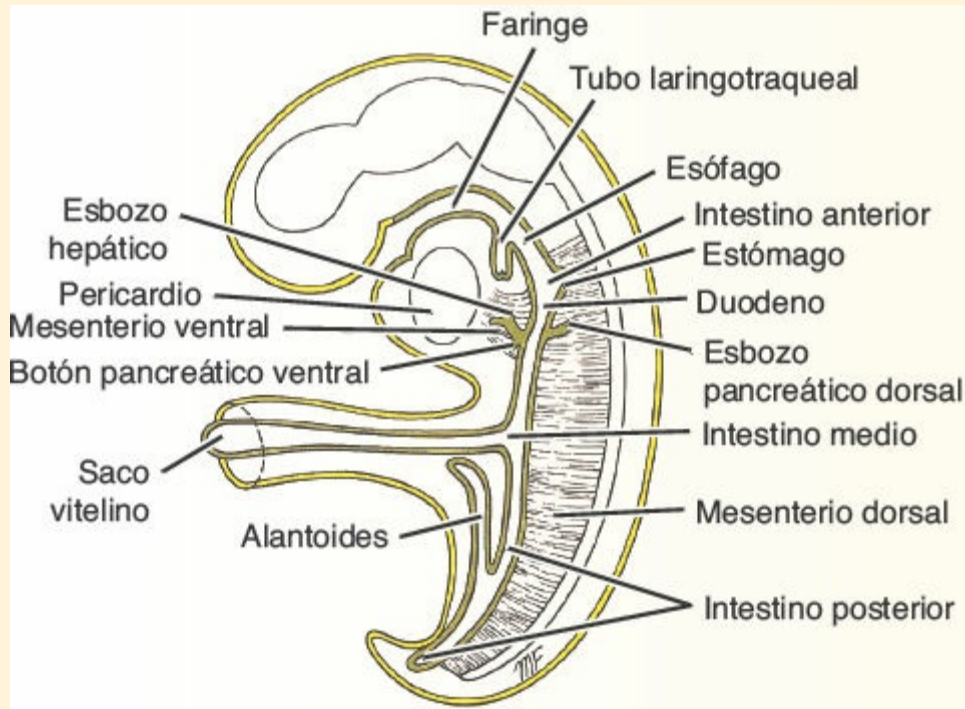


Figura 7-40 Intestino anterior, intestino medio e intestino posterior. Se muestran las posiciones de los mesenterios dorsal y ventral, el esbozo hepático y los botones ventral y dorsal pancreáticos.

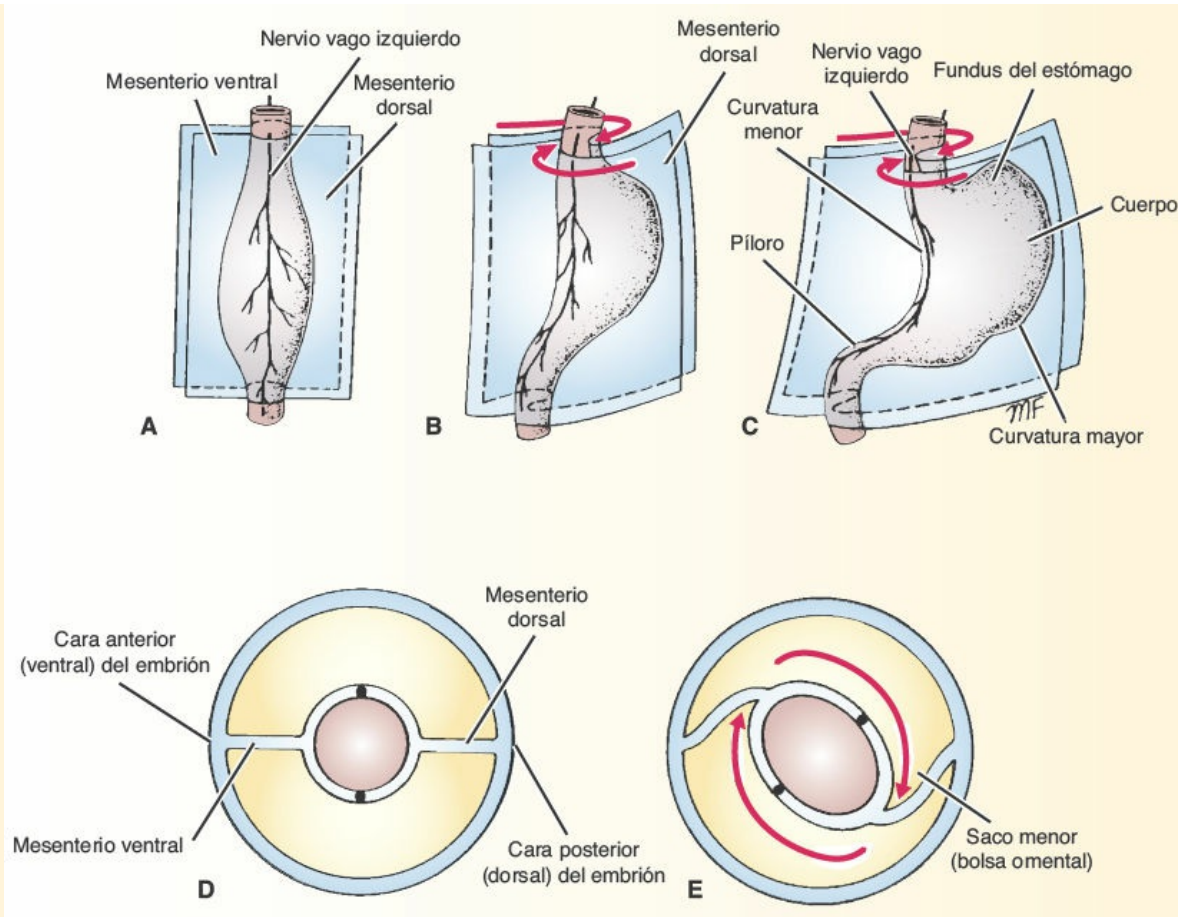


Figura 7-41 Desarrollo del estómago en relación con los mesenterios ventral y dorsal. **A-C.** Vistas laterales de la prerrotación (**A**), la rotación temprana (**B**) y la rotación tardía (**C**). **D,E.** Sección transversal de la prerrotación (**D**) y la fase media de la rotación. Obsérvese que el estómago rota de manera que el nervio vago izquierdo se posiciona sobre la cara anterior del estómago. Nótese también la posición del saco menor (bolsa omental).

Desarrollo del intestino medio

El duodeno distal, el yeyuno y el íleon, así como el intestino grueso hasta el tercio distal del colon transversal, se desarrollan a partir del intestino medio. El intestino medio aumenta su longitud rápidamente, y forma un asa hacia su vértice, a la que se une el **conducto vitelino**. El conducto pasa a través del ombligo, que está ampliamente abierto (véase [fig. 7-40](#)). Al mismo tiempo, el mesenterio dorsal se alarga; las **arterias vitelinas** pasan a través de este desde la aorta hasta el saco vitelino. A continuación, estas arterias se fusionan para crear la arteria mesentérica superior, que irriga el intestino medio y sus derivados. El hígado y los riñones, en rápido crecimiento, invaden la cavidad abdominal y producen una hernia fisiológica en el asa del intestino medio hacia el cordón umbilical.

Aparece un divertículo en el extremo del asa intestinal, que forma el **ciego**. Inicialmente, el divertículo es cónico; después, la porción superior se expande para formar el ciego, mientras que la inferior permanece rudimentaria y forma el **apéndice** ([fig. 7-44](#)). Después del nacimiento, la pared del ciego crece de manera asimétrica, por lo que elapéndice pasa a ubicarse en la cara medial.

Aunque el asa del intestino se localiza en el cordón umbilical, su **brazo cefálico** se alarga y enrolla ampliamente, formando el futuro yeyuno y la mayor parte del íleon. El **brazo caudal** del asa también aumenta en longitud, pero no se enrolla y forma la futura porción distal del íleon, el ciego, elapéndice, el colon ascendente y los dos tercios proximales del colon transversal.

Rotación del asa del intestino medio en el cordón umbilical y retorno hacia la cavidad abdominal

Mientras permanece en el cordón umbilical, el intestino medio rota sobre un eje compuesto por la arteria mesentérica superior y el conducto vitelino. En una vista anterior del embrión, se observa una rotación **en sentido antihorario** de alrededor de 90° (fig. 7-45). Después, a medida que el intestino regresa a la cavidad abdominal, el intestino medio rota de nuevo en sentido antihorario otros 180°. Por lo tanto, la rotación total es de 270° (fig. 7-46).

La rotación del intestino da lugar a una porción del intestino grueso (colon transverso) anterior a la arteria mesentérica superior y la segunda porción del duodeno; la tercera porción del duodeno se ubica posterior a la arteria. El ciego y el apéndice se ubican cerca del lóbulo derecho del hígado. Más tarde, descienden a la fosa iliaca derecha para formar el **colon ascendente** y la **flexura cólica derecha**. Por lo tanto, la rotación del intestino ha provocado que el intestino grueso pase a ubicarse lateralmente y rodee al intestino delgado, ubicado en el centro.

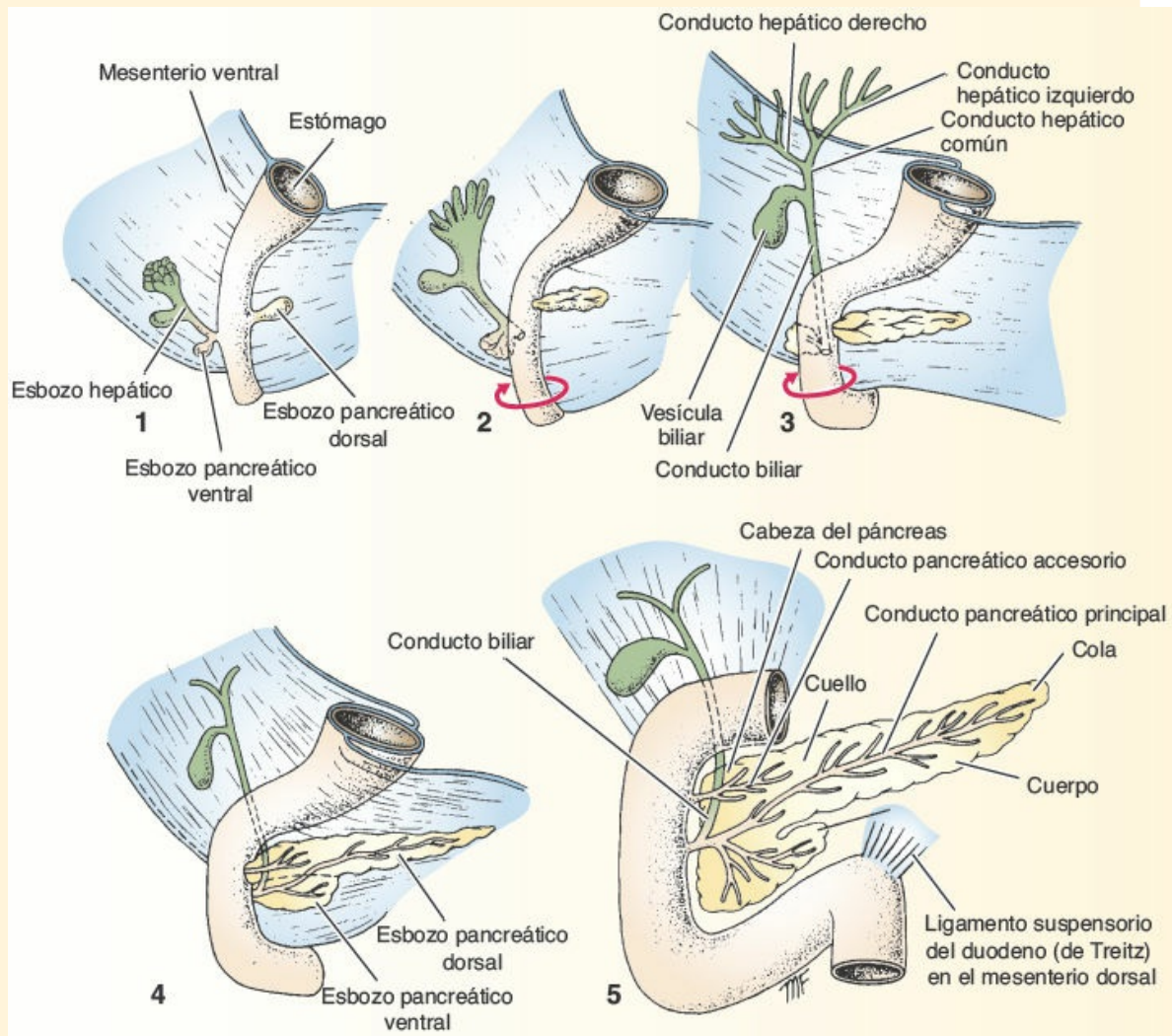


Figura 7-42 Etapas progresivas (1-5) en el desarrollo del páncreas y las vías biliares extrahepáticas. La *flecha roja* indica la dirección de la rotación del duodeno.

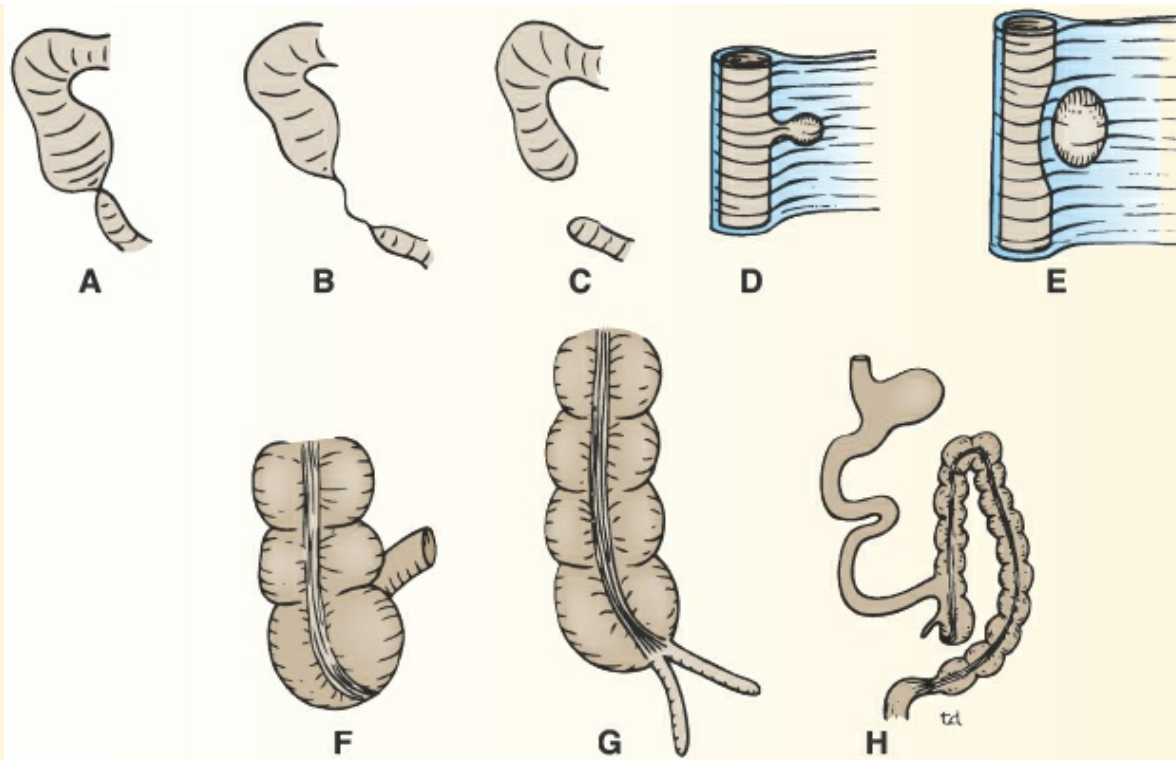


Figura 7-43 Anomalías congénitas frecuentes del tubo digestivo. **A-C.** Atresias congénitas del intestino delgado. **D.** Divertículo del duodeno o el yeyuno. **E.** Quiste mesentérico del intestino delgado. **F.** Ausencia de apéndice. **G.** Apéndice doble. **H.** Malrotación del intestino, en la que el apéndice se localiza en la fosa ilíaca izquierda. Para el divertículo de Meckel, véase la figura 6-37.

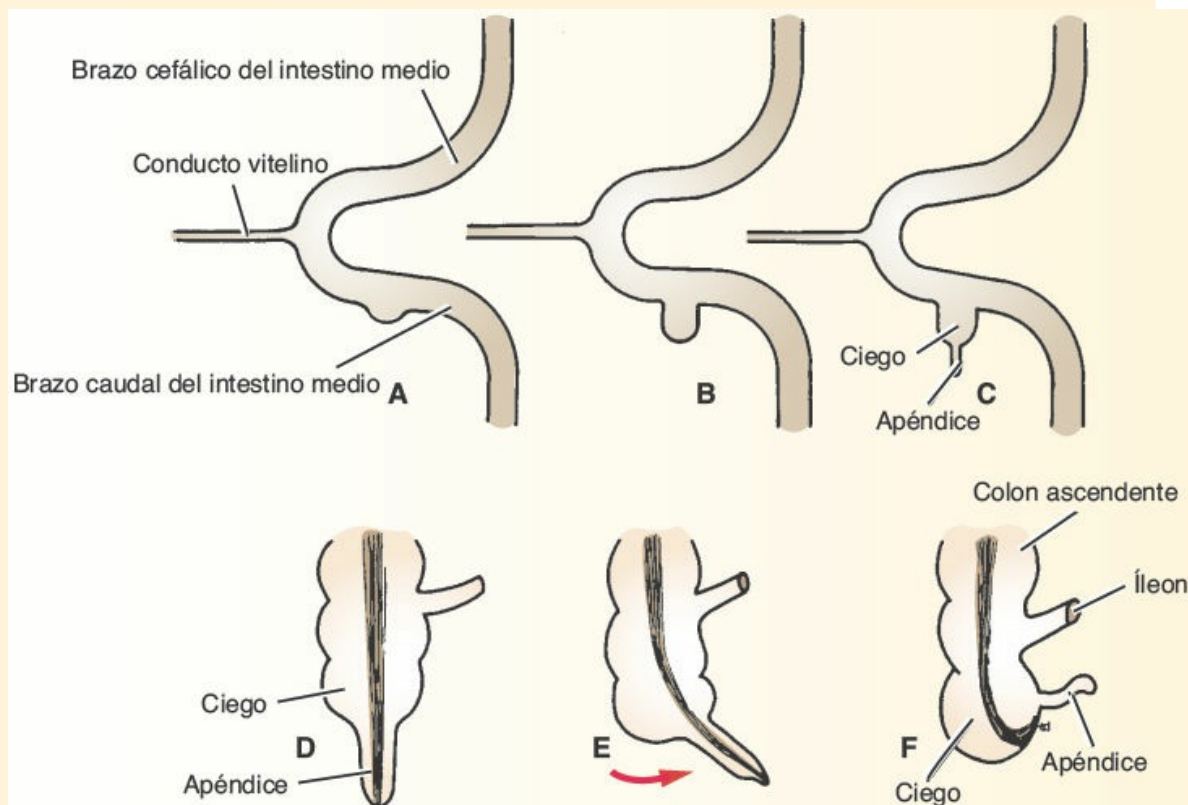


Figura 7-44 Etapas progresivas (**A-F**) en el desarrollo del ciego y el apéndice. La *flecha roja* indica la rotación del apéndice. Las etapas finales del desarrollo (**D**, **E** y **F**) ocurren después del nacimiento.

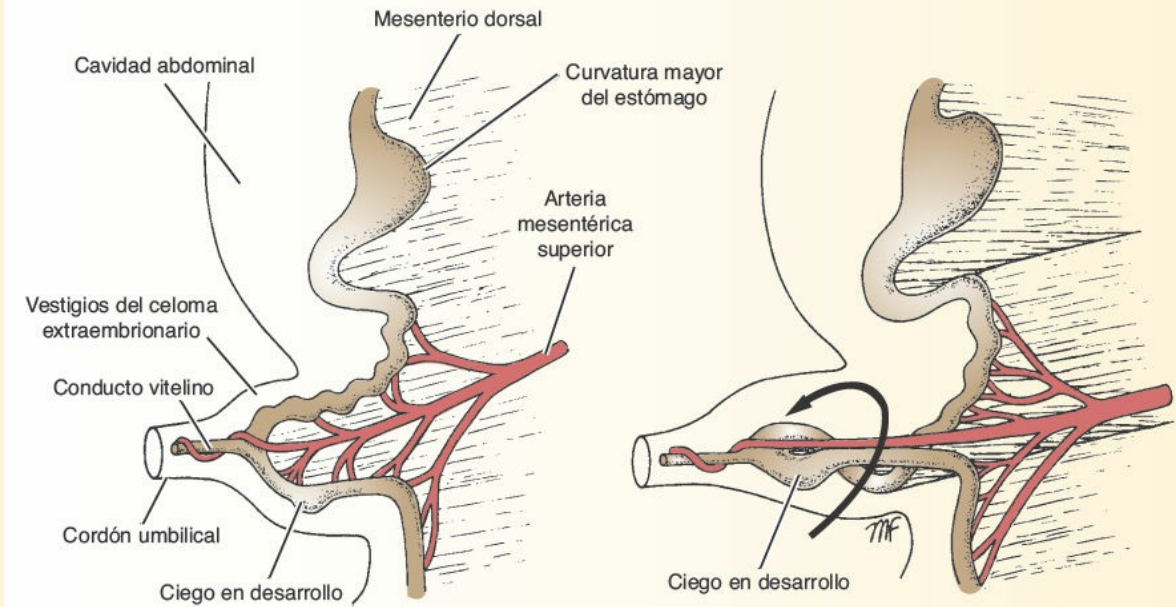


Figura 7-45 Vista lateral izquierda del asa del intestino medio antes de la rotación (A) y durante la rotación en sentido antihorario inicial de 90° (B) mientras está dentro del celoma extraembrionario en el cordón umbilical.

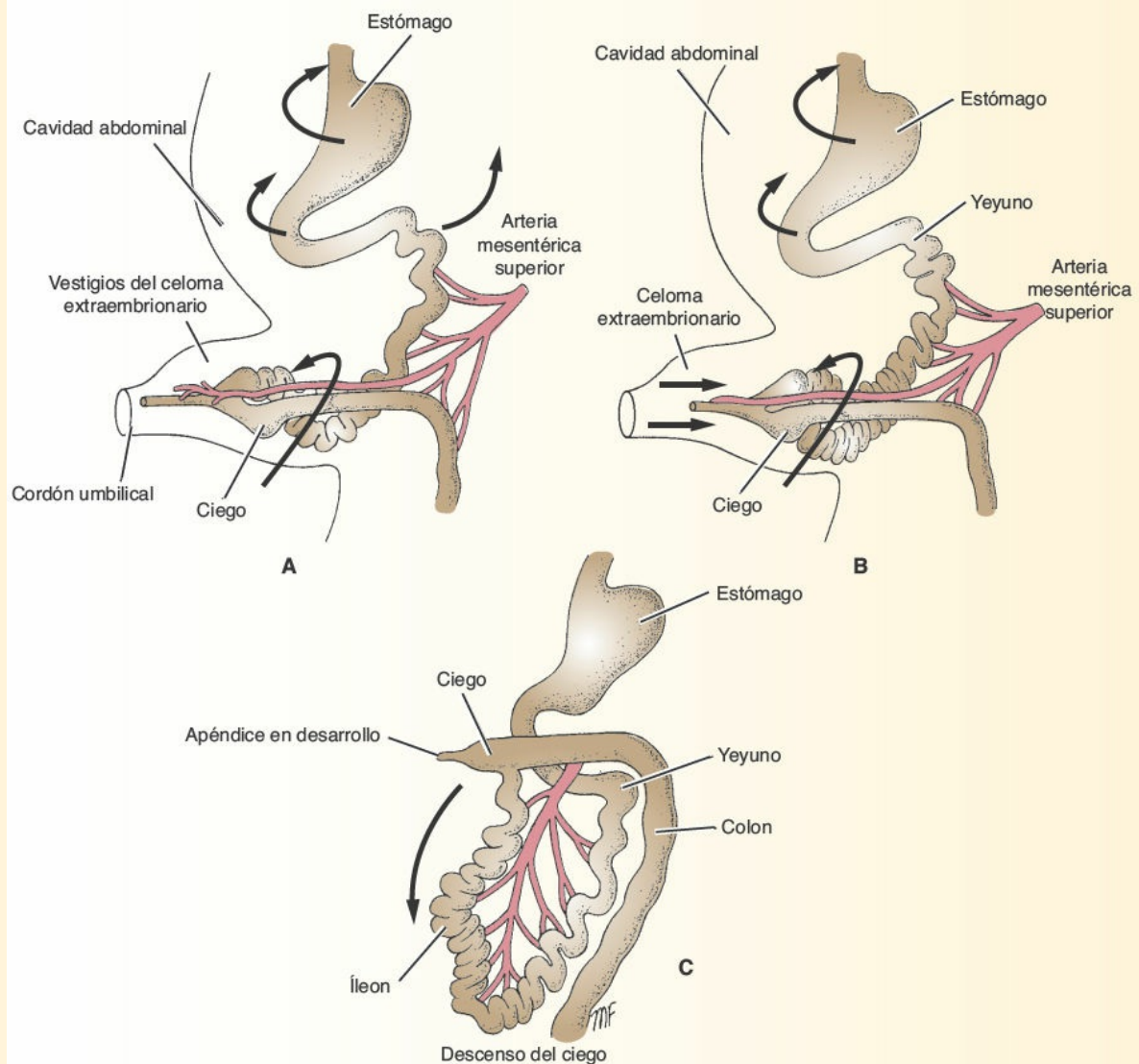


Figura 7-46 A,B. Vista lateral izquierda de la rotación antihoraria de 180° del asas del intestino medio a medida que se proyecta hacia la cavidad abdominal. C. El descenso del ciego ocurre más adelante.

A continuación, los mesenterios primitivos del duodeno y el colon ascendente y el descendente se fusionan con el peritoneo parietal en la pared posterior del abdomen. Esto explica cómo estas porciones del intestino en desarrollo se colocan retroperitonealmente. Los mesenterios primitivos del yeyuno y el íleon, el colon transverso y el colon sigmoide persisten como el **mesenterio del intestino delgado**, el **mesocolon transverso** y el **mesocolon sigmoide**, respectivamente.

La rotación del estómago y el duodeno hacia la derecha se debe en buena medida al gran crecimiento del lóbulo derecho del hígado. La cara izquierda del estómago se coloca anteriormente, mientras que la superficie derecha lo hace por detrás. El **saco menor** (bolsa omental) es una bolsa de peritoneo que se ubica posterior al estómago.

Destino del conducto vitelino

Inicialmente, el intestino medio está conectado con el saco vitelino a través del conducto vitelino. Cuando el intestino regresa a la cavidad abdominal, el conducto se cierra y elimina su conexión con el intestino.

Desarrollo del intestino posterior

La flexura cólica izquierda, el colon ascendente, el colon sigmoide, el recto y la porción superior del canal anal emergen del intestino posterior.

Divertículos intestinales

Es un **divertículo congénito**. Los divertículos intestinales están presentes en todas las capas de la pared intestinal. En el duodeno, los divertículos se localizan en la pared medial de la segunda y tercera porción (véase [fig. 7-43](#)). Suelen ser asintomáticos. También pueden producirse **divertículos yeyunales**, asintomáticos también. En la cara medial del ciego, cerca de la válvula ileocecal, pueden desarrollarse **divertículos del ciego**, que pueden evolucionar con inflamación aguda y confundirse con apendicitis. Los divertículos del colon son adquiridos, no congénitos.

Atresia y estenosis intestinal

La obstrucción por atresia o estenosis se desarrolla la mayoría de las veces en el duodeno (véase antes). Le siguen en frecuencia el íleon y el yeyuno (véase [fig. 7-43](#)). A menudo, la obstrucción también puede presentarse en diversas áreas. Probablemente se deba al fallo en la recanalización de la luz después de que ha sido bloqueada por la proliferación de células epiteliales en la membrana mucosa. Se han propuesto algunas otras causas, como el daño vascular como consecuencia de torsión o vólvulos intestinales. Se presenta vómito teñido con bilis desde el nacimiento. Debe tratarse quirúrgicamente lo antes posible.

Duplicación del sistema digestivo

En los casos de duplicación del sistema digestivo, la degeneración de las células mucosas, que han proliferado para bloquear temporalmente la luz, ocurre en dos lugares simultáneamente. Así, se forman dos luces contiguas. El segmento adicional de intestino debe extirparse tan pronto como sea posible, pues puede provocar obstrucciones o predisponer a hemorragias o perforaciones.

Ausencia de rotación o rotación incompleta del asa del intestino medio

La ausencia completa de rotación es infrecuente. En los casos de rotación incompleta, normalmente no se produce la rotación adicional tras los primeros 90° dentro del cordón umbilical. Por lo tanto, el duodeno, el yeyuno y el íleon permanecen en el lado derecho del abdomen, mientras que el ciego y el colon se localizan en el lado izquierdo (véase [fig. 7-43](#)). En otros casos, sí se produce la rotación en sentido antihorario de 180°, y el ciego se coloca anteriormente y a la izquierda del duodeno, a pesar de que el duodeno sí se posiciona posterior a la arteria mesentérica superior. Se desarrollan adherencias anómalas, que discurren a lo largo de la cara anterior del duodeno y provocan obstrucción en la segunda porción.

Malrotación del intestino medio

La rotación en sentido antihorario de 90° puede seguirse de una rotación en sentido horario de 90° o 180°. En estos casos, el duodeno se coloca por delante de la arteria mesentérica superior, mientras que el colon lo hace por delante del mesenterio del intestino delgado. Los vómitos recurrentes suelen ser el síntoma inicial, que se deben a la obstrucción duodenal. La rotación incompleta o la malrotación se trata mediante cirugía, a través de la cual se separan todas las adherencias.

Persistencia del conducto onfalomesentérico

El conducto vitelino en las primeras etapas del embrión conecta el intestino en desarrollo con el saco vitelino ([fig. 7-47](#)). En el desarrollo normal, el conducto se cierra, impide la comunicación con el intestino y desaparece. La persistencia del conducto vitelinointestinal puede provocar una **fístula umbilical** (véase [fig. 6-37](#)). Si el conducto persiste como una banda fibrosa, un asa de intestino delgado puede enrollarse alrededor de este y provocar obstrucción intestinal.

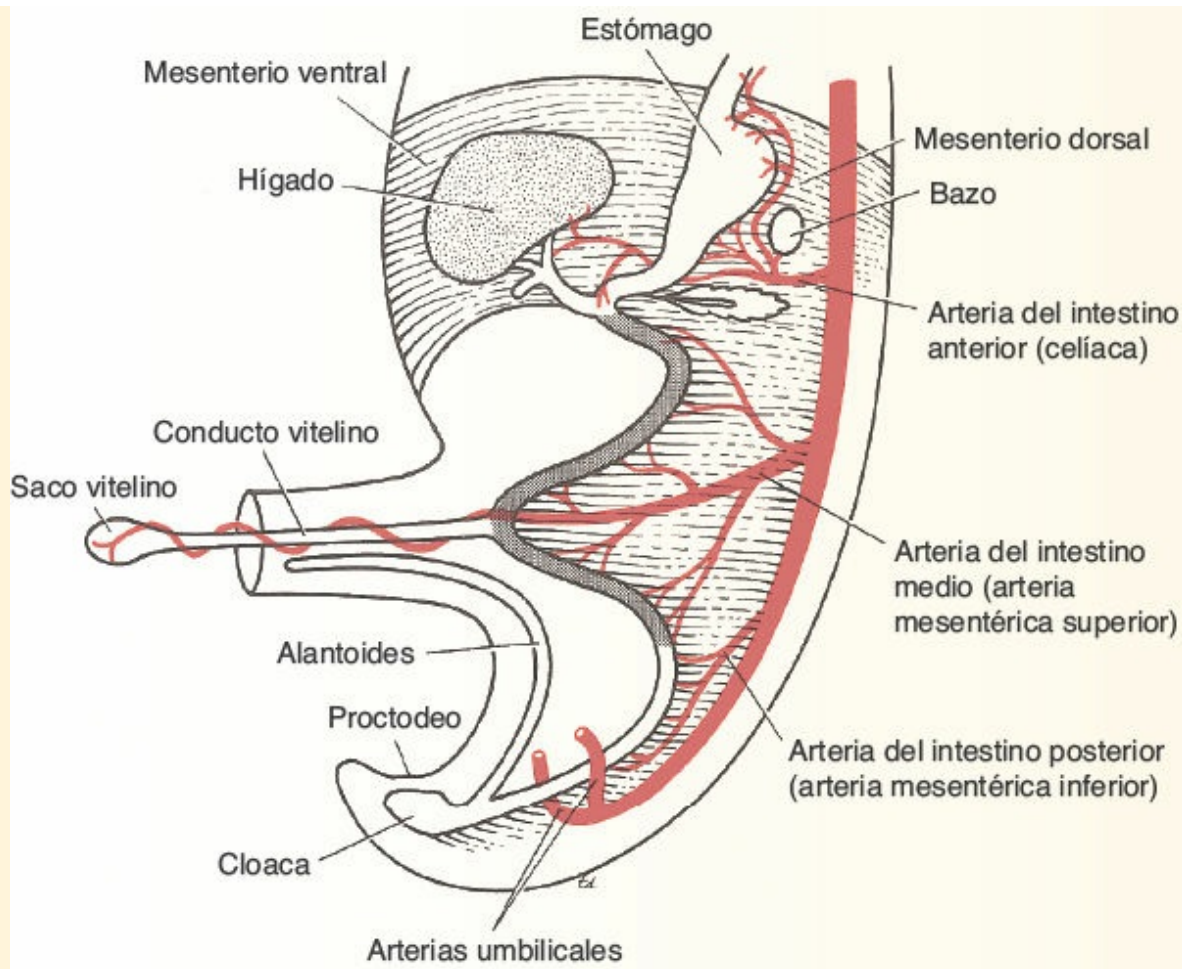


Figura 7-47 Formación del intestino medio (*sombreado*). Obsérvese cómo la arteria mesentérica superior y el conducto vitelino forman un eje para la futura rotación del intestino medio.

Divertículo de Meckel

El divertículo de Meckel, una alteración congénita, representa una porción persistente del **conducto vitelointestinal**. El divertículo se localiza en el borde antimesentérico del íleon cerca de 61 cm de la unión ileocecal. Su longitud se aproxima a los 5 cm y está presente en el 2% de las personas. El divertículo tiene relevancia clínica debido a que contiene una pequeña área de **mucosa gástrica**, y es posible el sangrado por una úlcera “gástrica” en su membrana mucosa. Además, el dolor de esta úlcera puede confundirse con el de la apendicitis. En caso de que una banda fibrosa conecte el divertículo con el ombligo, un asa intestinal puede enrollarse alrededor de este y provocar una obstrucción.

Ausencia del descenso del ciego y el apéndice

En los casos de falta del descenso del apéndice y el ciego, la inflamación del apéndice puede dar lugar a dolor en el hipocondrio derecho, lo que puede conducir a un diagnóstico equivocado de colecistitis.

Anomalías apendiculares

La **agenesia del apéndice** (fallo en el desarrollo) es extremadamente infrecuente; no obstante, se han informado algunos casos de **apéndice doble** (véase [fig. 7-43](#)). Debe tenerse en cuenta posibilidad de un **apéndice en el lado izquierdo** en personas con transposición de las vísceras abdominales y torácicas o en casos de detención en la rotación del intestino medio.

Anomalías colónicas

Algunas alteraciones congénitas que ubican el ciego en la fosa ilíaca izquierda, como un ciego que no ha descendido o un fallo en la rotación del intestino, pueden confundir el diagnóstico. Por ejemplo, el dolor de la apendicitis, aunque inicialmente se siente en la región umbilical, puede no irradiarse a la fosa ilíaca derecha, sino al cuadrante superior derecho o al inferior izquierdo.

Vascularización del tubo digestivo

La vascularización del intestino se relaciona con el desarrollo de sus distintas partes (véase [fig 7-47](#)). La **arteria celiaca** es la arteria del intestino anterior, e irriga el tubo digestivo desde el tercio inferior del esófago la mitad de la segunda porción del duodeno. La **arteria mesentérica superior** es la arteria del intestino medio, e irriga el tubo digestivo desde la mitad de la segunda porción del duodeno hasta el tercio distal del colon transverso. La **arteria mesentérica inferior** es la arteria del intestino posterior, e irriga el intestino grueso desde el tercio distal del colon transverso hasta la mitad del canal anal.

Tronco celiaco

El tronco celiaco o arteria celiaca es extremadamente corta, y se origina en el comienzo de la aorta abdominal a nivel de la vértebra T12 (véase [fig. 7-20](#)). Está rodeado por el plexo celiaco y se localiza posterior al saco menor (bolsa omental). Presenta tres ramas terminales: las arterias gástrica izquierda, esplénica y hepática.

Arteria gástrica izquierda

La arteria gástrica izquierda es pequeña y discurre hacia el extremo cardíaco del estómago, emite unas pocas ramas esofágicas, y después gira a la derecha a lo largo de la curvatura menor del estómago. Se anastomosa con la arteria gástrica derecha (véase [fig. 7-20](#)).

Arteria esplénica

La arteria esplénica, de gran tamaño, discurre a la izquierda en un trayecto sinuoso a lo largo del borde superior del páncreas y posterior al estómago (véase [fig. 7-5](#)). Cuando alcanza el riñón izquierdo, la arteria entra en el ligamento esplenorrenal y se dirige al hilio del bazo (véase [fig. 7-11](#)). Las ramas relevantes de la arteria esplénica son:

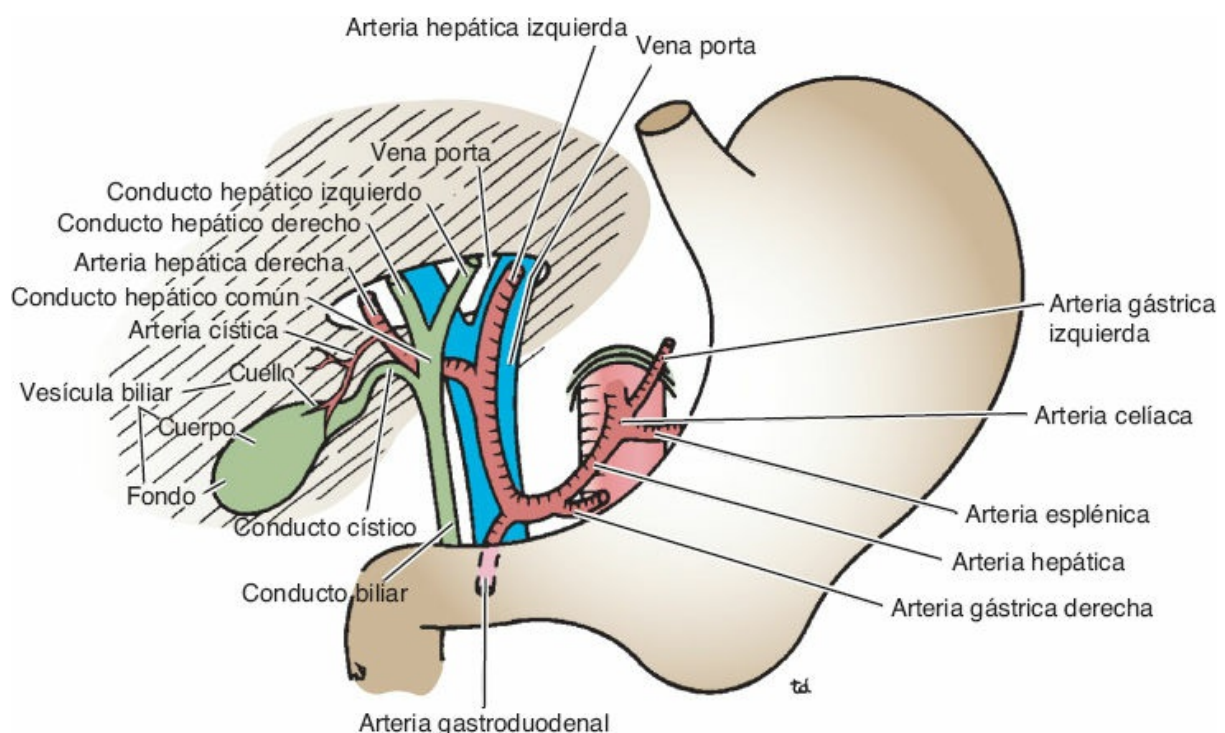
- **Ramas pancreáticas.** La arteria esplénica pueden emitir hasta 10 ramas pancreáticas, que irrigan el páncreas.
- La **arteria gastroomental (gastroepiploica)** izquierda se origina cerca del hilio del bazo y alcanza la curvatura mayor del estómago en el omento gastroesplénico. Pasa a la derecha a lo largo de la curvatura mayor del estómago entre las capas del omento mayor. Se anastomosa con la arteria gastroomental (gastroepiploica) derecha (véase [fig. 7-20](#)).
- Las **arterias gástricas cortas**, cinco o seis, se originan desde el extremo de la arteria esplénica y alcanza el fundus del estómago dentro del omento

gastroesplénico. Se anastomosan con la arteria gástrica izquierda y la arteria gastrointestinal (véase fig. 7-20).

Arteria hepática

La arteria hepática, de tamaño mediano, discurre anteriormente y a la derecha para después ascender entre las capas del omento menor (véanse figs. 7-7 y 7-11). Se localiza anterior a la abertura dentro del saco menor (bolsa omental), y a la izquierda del conducto biliar y anterior a la vena porta. En el porta hepático, se divide en las ramas derecha e izquierda para irrigar los lóbulos hepáticos correspondientes. Con fines descriptivos, la arteria hepática se divide a menudo en la **arteria hepática común**, desde su origen hasta el origen de la rama gastroduodenal, y el resto del vaso se denomina **arteria hepática propia**. Las ramas de la arteria hepática son las siguientes:

- La **arteria gástrica derecha** emerge de la arteria hepática en el borde superior del píloro y discurre a la izquierda en el omento menor a lo largo de la curvatura menor del estómago. Se anastomosa con la arteria gástrica izquierda (véase fig. 7-20).
- La **arteria gastroduodenal** es una grande rama que desciende posterior a la primera porción del duodeno. Se divide en la **arteria gastrointestinal derecha (gastroepiploica)**, que discurre a lo largo de la curvatura mayor del estómago entre las capas del omento mayor, y la **arteria pancreatoduodenal superior**, que desciende entre la segunda porción del duodeno y la cabeza del páncreas (véanse figs. 7-5 y 7-20).
- Las **arterias hepáticas derecha e izquierda** entran en el **porta hepático**. La arteria hepática derecha suele dar lugar a la **arteria cística**, que discurre hacia el cuello de la vesícula biliar (fig. 7-48).



Arteria mesentérica superior

La arteria mesentérica superior irriga el intestino medio (porción distal del duodeno, yeyuno, íleon, ciego, apéndice, colon ascendente y la mayor parte del colon transversal) (véase [fig. 7-32](#)). Emerge anterior a la aorta abdominal, inferior a la arteria celiaca, y discurre inferiormente y a la derecha posterior al cuello del páncreas y anterior a la tercera porción del duodeno (véase [fig. 7-35](#)). Continúa inferiormente a la derecha entre las capas de mesenterio del intestino delgado y finaliza al anastomosarse con la rama ileal de su propia rama ileocólica.

Ramas

- La **arteria pancreatoduodenal inferior** se dirige hacia la derecha como una o dos ramas a lo largo del borde superior de la tercera porción del duodeno y la cabeza del páncreas. Irriga tanto el páncreas como la porción adyacente del duodeno.
- La **arteria cólica media** discurre anteriormente en el mesocolon transversal para irrigar el colon transversal, y se divide en ramas derecha e izquierda.
- La **arteria cólica derecha** suele ser una rama de la arteria ileocólica. Discurre a la derecha para irrigar el colon ascendente y se divide en las **ramas ascendente y descendente**.
- La **arteria ileocólica** discurre inferiormente y a la derecha. Emite una **rama superior**, que se anastomosa con la arteria cólica derecha, y una **rama inferior**, que se anastomosa con el extremo de la arteria mesentérica superior. La rama inferior origina las **arterias cecales anterior y posterior**. La **arteria apendicular** es una rama de la arteria cecal posterior (véase [fig. 7-33](#)).
- Las 12 a 15 ramas **yeyunales e ileales** se originan desde el lado izquierdo de la arteria mesentérica superior (véase [fig. 7-32](#)). Todas estas arterias se dividen en dos vasos, que se unen a ramas adyacentes para formar un conjunto de **arcadas**. Las ramas de las arcadas se dividen y unen para formar un segundo, tercero y cuarto conjunto de arcadas. El yeyuno recibe irrigación de una cantidad más elevada de arcadas que el íleon. Desde los arcos terminales, emergen pequeños vasos, los **vasos rectos**, que irrigan el intestino.

Arteria mesentérica inferior

La arteria mesentérica inferior irriga el intestino posterior (el tercio distal del colon transversal, la flexura cólica izquierda, el colon descendente, el colon sigmoide, el recto y la mitad superior del canal anal). Se origina de la aorta abdominal cerca de 4 cm superior a su bifurcación (véase [fig. 7-36](#)). La arteria discurre inferiormente y a la izquierda, y cruza la arteria ilíaca común izquierda. En este punto, se convierte en la **arteria rectal superior**.

Ramas

- La **arteria cólica izquierda** discurre superiormente y hacia la izquierda, e irriga el tercio distal del colon transverso, la flexura cólica izquierda y la porción superior del colon descendente. Se divide en **ramas descendente y ascendente**.
- Existen dos o tres **arterias sigmoideas**, e irrigan el colon descendente y el sigmoide.
- La **arteria rectal superior** es una continuación de la arteria mesentérica inferior una vez que esta cruza la arteria ilíaca común izquierda. Desciende a la pelvis posterior al recto. La arteria irriga el recto y la mitad superior del canal anal, y se anastomosa con las arterias rectales media e inferior.



Notas embriológicas

Arterias del intestino anterior

El extremo cefálico del intestino anterior (que incluye la laringe) y las porciones cervical y torácica del esófago reciben irrigación de las arterias faríngeas ascendentes, las arterias palatinas, las arterias tiroideas superior e inferior, las arterias bronquiales y las ramas esofágicas de la aorta. La **arteria celiaca** irriga el extremo caudal del intestino anterior (que incluye el tercio distal del esófago, el estómago y la mitad proximal del duodeno) (véase [fig. 7-47](#)). De manera interesante, esta arteria también irriga el hígado y el páncreas, que son derivados glandulares de esta porción del intestino. La arteria celiaca también irriga el bazo, lo que no es de sorprenderse, pues este órgano se desarrolla en el mesenterio dorsal del intestino anterior.

Arterias del intestino medio

La **arteria mesentérica superior** irriga el intestino medio, que se extiende desde la mitad de la segunda porción del duodeno hacia la flexura cólica izquierda. La arteria mesentérica superior representa la fusión de ambas arterias vitelinas (véase [fig. 7-47](#)).

Arterias del intestino posterior

La **arteria mesentérica inferior** irriga el intestino posterior, que se extiende desde la flexura cólica izquierda hacia la mitad del canal anal (véase [fig. 7-47](#)). Esta es un conjunto de ramas ventrales de la aorta que se fusionan para formar una arteria única.

Arteria marginal

La anastomosis de las arterias cólicas alrededor del borde cóncavo del intestino grueso forma una única línea arterial conocida como *arteria marginal* (*arteria yuxtacólica*). Esta comienza en la unión ileocecal, donde se anastomosa con las ramas ileales de la arteria mesentérica superior, y finaliza en el lugar donde se anastomosa, con menor libertad, con la arteria rectal superior (véase [fig. 7-36](#)).

Drenaje venoso del tubo digestivo

El drenaje venoso de la mayor parte del tubo digestivo y los órganos accesorios desemboca en el hígado a través del **sistema venoso porta** (véase [fig. 7-22](#)). La circulación portal comienza como un plexo capilar en los órganos que drena y

finaliza al vaciar su contenido en los sinusoides hepáticos.

Las tributarias proximales drenan directamente en la vena porta, pero las venas que forman las tributarias distales se corresponden con las ramas de la arteria celíaca y las arterias mesentéricas superior e inferior.

Vena porta (vena porta hepática)

La vena porta (véase [fig. 7-22](#)) drena sangre de la porción abdominal del tubo digestivo desde el tercio inferior del esófago hasta la mitad del canal anal. Además, también drena la sangre desde el bazo, el páncreas y la vesícula biliar. La vena porta entra en el hígado y se divide en sinusoides, desde donde la sangre pasa a las **venas hepáticas** que se unen a la **vena cava inferior**. La vena porta mide cerca de 5 cm de largo y se forma posterior al cuello del páncreas por la unión de las venas **mesentérica superior** y **esplénica** ([fig. 7-49](#)). Ascende a la derecha, posterior a la primera porción del duodeno, y entra en el omento menor (véanse [figs. 7-8](#) y [7-11](#)). A continuación, asciende anterior a la abertura dentro del saco menor (bolsa menor) hacia el porta hepático, donde se ubica posterior al conducto biliar y la arteria hepática. Finalmente, se divide en las **ramas terminales derecha e izquierda**.

Tributarias

- **Vena esplénica.** Esta vena abandona el hilio del bazo y pasa a la derecha en ligamento esplenorrenal. Se une a la vena mesentérica superior por detrás del cuello del páncreas para formar la vena porta (véase [fig. 7-49](#)). Recibe la vena gástrica corta, gastrointestinal izquierda, mesentérica inferior y pancreática.
- **Vena mesentérica inferior.** Esta vena asciende en la pared posterior del abdomen y se une a la vena esplénica por detrás del cuerpo del páncreas (véase [fig. 7-49](#)). Recibe las venas rectal superior, sigmoideas y cólica izquierda.
- **Vena mesentérica superior.** Esta vena asciende en la raíz del mesenterio del intestino delgado. Pasa anterior a la tercera porción del duodeno y se une a la vena esplénica por detrás del cuello del páncreas (véase [fig. 7-49](#)). Recibe las venas yeyunal, ileal, ileocólica, cólica derecha, cólica media, pancreatoduodenal inferior y gastrointestinal derecha.
- **Vena gástrica izquierda.** Esta vena drena la porción izquierda de la curvatura menor del estómago y la porción distal del esófago. Desemboca directamente en la vena porta (véase [fig. 7-22](#)).
- **Vena gástrica derecha.** Esta vena drena en la porción derecha de la curvatura menor del estómago y drena directamente en la vena porta (véase [fig. 7-22](#)).
- **Venas císticas.** Estas venas drenan la vesícula biliar directamente desde el hígado o uniéndose a la vena porta (véase [fig. 7-22](#)).

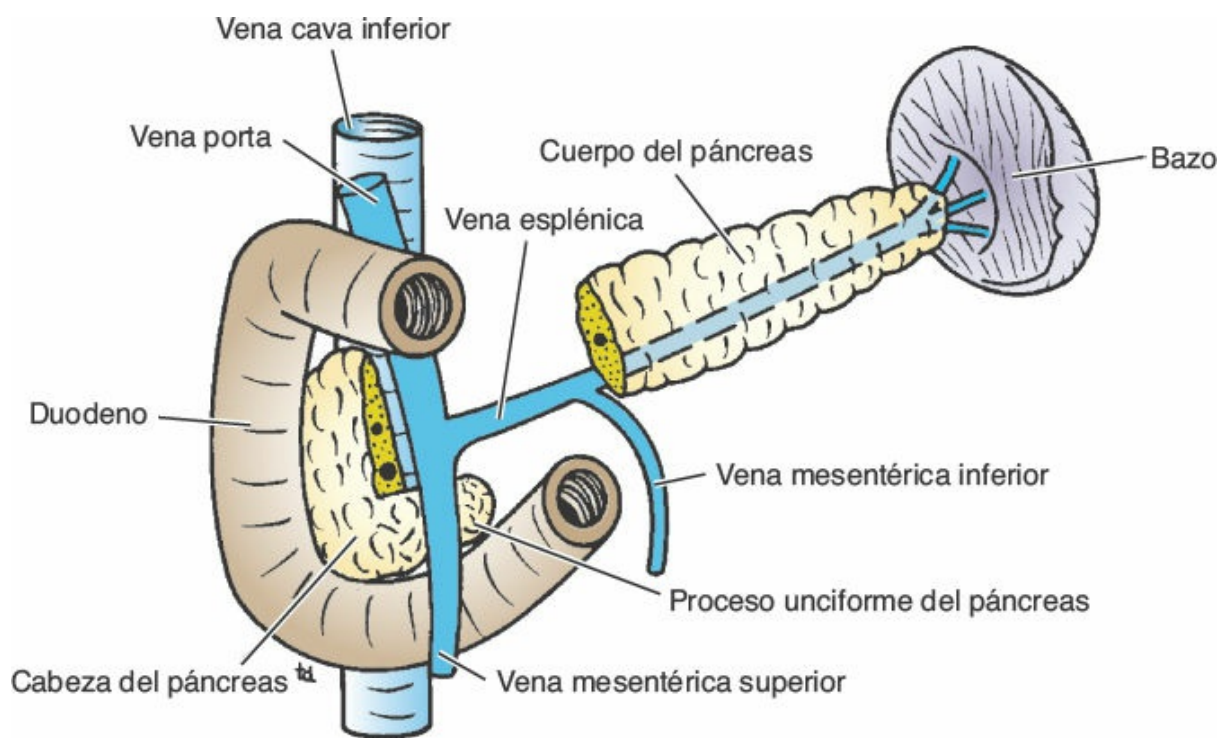


Figura 7-49 Formación de la vena porta detrás del cuello del páncreas.



Notas clínicas

Anastomosis portosistémicas

En condiciones normales, la sangre venosa portal cruza el hígado y drena en la **vena cava inferior**, de la circulación venosa sistémica, a través de las **venas hepáticas**. Esta es la ruta directa. No obstante, existen pequeñas comunicaciones alternativas entre la circulación portal y la sistémica, que adquieren importancia en caso de bloqueo de la vía directa ([fig. 7-50](#)).

Estas comunicaciones son las siguientes:

- **Anastomosis gastroesofágica.** En el tercio inferior del esófago, las **ramas esofágicas** de la **vena gástrica izquierda** (tributaria portal) se anastomosan con las **venas esofágicas**, y drenan el tercio medio del esófago hacia la vena ácigos (tributaria sistémica).
- **Anastomosis anorrectal.** A la mitad del canal anal, las **venas rectales superiores** (tributarias portales) que drenan la porción superior del canal anal se unen con las **venas rectales media e inferior** (tributarias sistémicas), que son tributarias de las venas iliaca interna y pudenda interna, respectivamente.
- **Anastomosis paraumbilical.** Las **venas paraumbilicales** conectan la rama izquierda de la vena porta con las **venas superficiales de la pared anterior del abdomen** (tributarias sistémicas). Las venas paraumbilicales viajan a lo largo del ligamento falciforme y acompañan al ligamento redondo.
- **Anastomosis retroperitoneal.** Las venas de los órganos retroperitoneales (duodeno, páncreas, colon ascendente y colon descendente), además de las del hígado (tributarias portales), se anastomosan con las venas renales,

lumbares y frénicas (tributarias sistémicas).

Hipertensión portal

La hipertensión portal es una entidad clínica frecuente que afecta las anastomosis portosistémicas descritas. El aumento del volumen de sangre en las conexiones portosistémicas a menudo se acompaña de esplenomegalia del bazo. La hipertensión portal suele tratarse mediante la creación de una nueva comunicación alternativa (**derivaciones portocavas**). Una de estas derivaciones es la anastomosis de la vena porta, dado que se localiza dentro del omento menor, con la pared anterior de la vena cava inferior, por detrás de la entrada al saco menor (bolsa omental). Después de una potencial extirpación del bazo, también puede anastomosarse la vena esplénica con la vena renal izquierda.

Flujo sanguíneo venoso portal y enfermedad maligna

La vena porta transporta cerca del 70% de la sangre que entra en el hígado. El 30% restante es sangre oxigenada que llega al hígado a través de la arteria hepática. El amplio ángulo de unión de la vena esplénica con la vena mesentérica superior para formar la vena porta proyecta el flujo en la misma. El lóbulo derecho del hígado recibe sangre principalmente desde el intestino, mientras que los lóbulos izquierdo, el cuadrado y el caudado reciben sangre desde el estómago y el intestino. Esta distribución puede explicar la diseminación de depósitos secundarios de enfermedad maligna en el hígado.

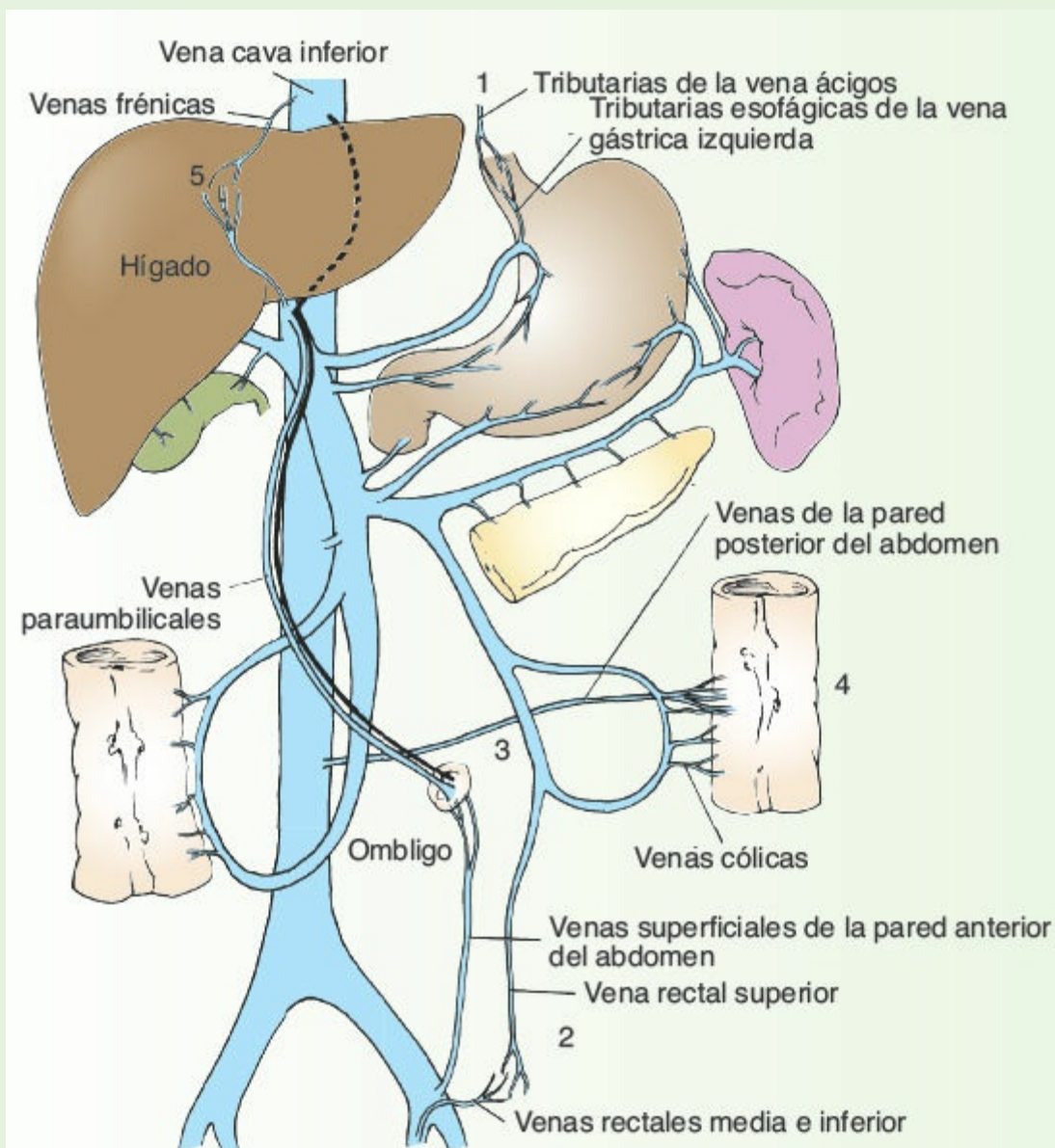


Figura 7-50 Anastomosis portosistémicas relevantes: 1, gastroesofágica; 2, anorrectal; 3, paraumbilical; 4 y 5, retroperitoneal.

ÓRGANOS ACCESORIOS DEL TUBO DIGESTIVO

El hígado, el árbol biliar (vías biliares) y el páncreas se desarrollan inicialmente como evaginaciones del tubo digestivo. El hígado es un gran órgano linfático que se forma en asociación estrecha con el tubo digestivo, pero no es una evaginación de este.

Hígado

El hígado es la mayor glándula del organismo y posee una gran variedad de funciones. Tres de sus funciones básicas son la producción y la secreción de bilis, que es transportada al tubo digestivo; la participación en muchos procesos metabólicos, como el metabolismo de hidratos de carbono, lípidos y proteínas; y la filtración de la sangre mediante la eliminación de bacterias y otras partículas extrañas que han logrado penetrar en la sangre desde la luz del intestino.

El hígado sintetiza heparina, una sustancia anticoagulante, y tiene una importante función de desintoxicación. Produce pigmentos biliares a partir de la hemoglobina proveniente de eritrocitos desgastados y secreta sales biliares; estos, en conjunto, son dirigidas al duodeno a través de los conductos biliares.

Localización y descripción

El hígado es blando, maleable y altamente vascularizado; se localiza en la parte superior de la cavidad abdominal, inmediatamente inferior al diafragma (*véanse figs. 7-1 y 7-2*). La mayor parte del hígado se halla cubierto por el borde costal derecho, y el hemidiafragma derecho lo separa de las pleuras, los pulmones, el pericardio y el corazón. El hígado se extiende a la izquierda hasta el hemidiafragma izquierdo. La cara superior convexa del hígado presenta esta forma debido a la cara inferior de las cúpulas del diafragma. La **cara posteroinferior**, o **visceral**, está moldeada de acuerdo con las vísceras adyacentes y, por lo tanto, tiene una forma irregular; está en contacto con la porción abdominal del esófago, el esófago, el duodeno, la flexura cólica derecha, el riñón y la glándula suprarrenal derechos, y la vesícula biliar.

El hígado se divide en un gran **lóbulo derecho** y un pequeño **lóbulo izquierdo** a través de la inserción del peritoneo del ligamento falciforme (*véase fig. 7-9*). El lóbulo derecho se subdivide en dos lóbulos más, **lóbulos cuadrado** y **caudado** por la presencia de la vesícula biliar, la fisura para el ligamento redondo, la vena cava inferior y la fisura para el ligamento venoso. Diversos experimentos han detectado que, en realidad, los lóbulos cuadrado y caudado son una parte funcional del lóbulo izquierdo del hígado. Por lo tanto, las ramas

derecha e izquierda de la arteria hepática y la vena porta, y los conductos hepáticos derecho e izquierdo, se distribuyen al lóbulo derecho y al izquierdo (además del cuadrado y el caudado), respectivamente. Al parecer, ambos lados se superponen muy poco.

El **porta hepático**, o hilio hepático, se localiza en la superficie posteroinferior y entre los lóbulos caudado y cuadrado (véanse [figs. 7-9](#) y [7-10](#)). La porción superior del borde libre del omento menor se une a sus bordes. Contiene los conductos hepáticos derecho e izquierdo, las ramas derecha e izquierda de la arteria hepática, la vena porta y fibras nerviosas simpáticas y parasimpáticas (véase [fig. 7-48](#)). También se observan una cierta cantidad de nódulos linfáticos, que drenan el hígado y la vesícula biliar y envían sus vasos eferentes a los nódulos linfáticos celíacos.

El hígado está completamente rodeado por una **cápsula fibrosa**, pero solo está recubierto de peritoneo parcialmente. El hígado se compone de **lóbulos hepáticos**. La **vena central** de cada lóbulo es una tributaria de las venas hepáticas. En los espacios entre los lóbulos se localizan los **canales portales**, que contienen ramas de la arteria hepática, la vena porta y una tributaria del conducto biliar (**tríada portal**). La sangre arterial y venosa viaja entre las células hepáticas por medio de los **sinusoides** y drena en la vena central.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Diafragma, bordes costales derecho e izquierdo, pleura derecha e izquierda y bordes inferiores de ambos pulmones, proceso xifoides y pared anterior del abdomen en el ángulo subcostal.
- **Posteriormente.** Diafragma, riñón derecho, flexura cólica derecha (hepática), duodeno, vesícula biliar, vena cava inferior, esófago y fundus del estómago.

Ligamentos peritoneales

El **ligamento falciforme**, que es un pliegue peritoneal de dos capas, asciende desde el ombligo hasta el hígado (véase [fig. 7-9](#)). Presenta un borde libre en forma de hoz que contiene el ligamento redondo, los vestigios de la vena umbilical. El ligamento falciforme pasa hacia la cara anterior y después hacia la cara posterior del hígado; a continuación, se divide en dos capas. La capa derecha forma la capa superior del **ligamento coronario**; la capa izquierda conforma la capa superior del **ligamento triangular izquierdo**. El extremo derecho del ligamento coronario se conoce como **ligamento triangular derecho** del hígado. Debe tenerse en cuenta que las capas de peritoneo que forma el ligamento coronario se separan ampliamente, lo que deja un área de hígado desprovista de peritoneo. Se trata del **área desnuda del hígado**.

El **ligamento redondo** pasa hacia una fisura en la cara visceral del hígado y se une con la rama izquierda de la vena porta en el porta hepático (véanse [figs. 7-10](#) y [7-22](#)). El **ligamento venoso**, el vestigio fibroso del **conducto venoso**, se une a la rama izquierda de la vena porta y asciende en una fisura de la cara visceral del hígado para insertarse sobre la vena cava inferior (véanse [figs. 7-9](#) y

7-22). En el feto, la sangre oxigenada llega al hígado a través de la **vena umbilical** (ligamento redondo). La mayor parte de la sangre se desvía del hígado a través del conducto venoso (ligamento venoso) y llega a la vena cava inferior. Durante el nacimiento, la vena umbilical y el conducto venoso se cierran y se convierten en cuerdas fibrosas.

El **omento menor** emerge desde los bordes del porta hepático y la fisura para el ligamento venoso, y desciende a la curvatura menor del estómago (véase fig. 7-10).

Vascularización

La **arteria hepática**, una rama de la arteria celíaca, se divide en ramas terminales derecha e izquierda, que entran en el porta hepático. La **vena porta** se divide en las **ramas terminales derecha e izquierda**, que entran en el porta hepático por detrás de las arterias. Las **venas hepáticas** (tres o más) emergen desde la cara posterior del hígado y drenan en la vena cava inferior.

Circulación hepática

Los vasos (véase fig. 7-48) que transportan la sangre hacia el hígado son la arteria hepática (30%) y la vena porta (70%). La arteria hepática lleva la sangre oxigenada al hígado, mientras que la vena porta transporta sangre venosa con abundantes productos de la digestión, absorbidos desde el tubo digestivo. La sangre venosa y arterial es conducida a la vena central de cada uno de los lobulillos hepáticos a través de los sinusoides hepáticos. Las venas centrales drenan en las venas hepáticas derecha e izquierda, y estas salen de la cara posterior del hígado y desembocan directamente en la vena cava inferior.

Drenaje linfático

El hígado produce una gran cantidad de linfa (cerca de una tercera parte de toda la linfa del cuerpo). Los vasos linfáticos salen del hígado y entran en diversos nódulos linfáticos en el porta hepático. Los vasos eferentes pasan a los **nódulos celíacos**. Algunos de los vasos pasan desde la zona desnuda del hígado, a través del diafragma, hacia los **nódulos linfáticos mediastínicos posteriores**.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos forman el **plexo celíaco**. El tronco vagal anterior origina un gran **rama hepática**, que se dirige directamente al hígado.



Notas clínicas

Soporte hepático y cirugía

El hígado se mantiene en posición en la parte superior de la cavidad abdominal a través de la unión de las venas hepáticas y la vena cava inferior. Los ligamentos peritoneales y el tono de los músculos

abdominales desempeñan una mínima función ese sentido. Este hecho tiene relevancia quirúrgica dado que, incluso si se seccionan los ligamentos peritoneales, el hígado solo puede rotarse ligeramente.

Traumatismo del hígado

El hígado es una estructura blanda y frágil encerrado en una cápsula fibrosa. Debe recordarse su relación estrecha con las costillas inferiores. Las fracturas de las costillas inferiores o las lesiones penetrantes de tórax o abdomen superior pueden desencadenar una lesión hepática. Las lesiones traumáticas contusas por accidentes de tránsito también son frecuentes; los desgarros de este órgano suelen conducir a hemorragia grave.

La investigación en anatomía ha constatado la distribución segmentaria de los conductos biliares, las arterias hepáticas y la vena porta. Por ello, la ligadura de estas estructuras permite que la resección de grandes porciones del hígado en pacientes con laceraciones o tumores hepáticos. Incluso grandes tumores metastásicos localizados pueden eliminarse satisfactoriamente.

Biopsia de hígado

La biopsia de hígado es un método diagnóstico frecuente. Se solicita al paciente que detenga la respiración en espiración forzada (para reducir el tamaño del receso costodiafragmático y la probabilidad de causar daño pulmonar), y se introduce una aguja a través del octavo o noveno espacio intercostal derecho, en la línea medioaxilar. La aguja pasa a través del diafragma hacia el hígado, y se obtiene una pequeña muestra de tejido hepático para el análisis microscópico.

Espacios subfrénicos

Los importantes espacios subfrénicos y sus relaciones con el hígado se han descrito anteriormente en este capítulo. Bajo condiciones normales, son solo espacios potenciales, por lo que ambas caras peritoneales están en contacto. Solo cuando se produce una acumulación anómala de gas o de líquido, estos espacios adquieren forma. La cara anterior del hígado habitualmente es mate a la percusión. La perforación de una úlcera gástrica suele acompañarse por la pérdida de la matidez como consecuencia de la acumulación de gas sobre la cara anterior del hígado y en los espacios subfrénicos.

Árbol biliar (vías biliares)

El árbol biliar (o vías biliares) es el sistema de conductos que drenan y almacenan bilis, además de conducirla al intestino delgado. La bilis es secretada por las células hepáticas a una tasa constante de cerca de 40 mL/h. Cuando el proceso de digestión no está activo, la bilis se almacena y concentra en la vesícula biliar; después, se conduce al duodeno. El árbol biliar consta de los **conductos hepáticos derecho e izquierdo**, el **conducto hepático común**, el **conducto biliar**, la **vesícula biliar** y el **conducto cístico**.

Las tributarias interlobulillares, las ramas de menor tamaño de los conductos biliares se localizan en los canales portales del hígado; reciben a los canalículos biliares. Los conductos interlobulillares se unen los unos con los otros formando conductos progresivamente más grandes para, finalmente, formar los conductos hepáticos derecho e izquierdo en el porta hepático. El conducto hepático derecho drena el lóbulo derecho del hígado, mientras que el conducto izquierdo drena el lóbulo izquierdo, el lóbulo caudado y el lóbulo cuadrado.

Conductos hepáticos

Los **conductos hepáticos derecho e izquierdo** emergen desde los lóbulos

derecho e izquierdo del hígado en el porta hepático (véase [fig. 7-48](#)). Después de un breve trayecto, se unen para formar el conducto hepático común (véase [fig. 7-29](#)).

El **conducto hepático común** tiene cerca de 4 cm de largo y desciende dentro del borde inferior del omento menor. Se une por la derecha con el conducto cístico de la vesícula biliar para formar el *conducto biliar*.

Conducto biliar

El **conducto biliar (colédoco)** mide cerca de 8 cm de largo. En la primera parte de su trayecto, se localiza en el borde derecho libre del omento menor, por delante de la abertura del saco menor (bolsa omental). En este punto, se halla anterior al borde derecho de la vena porta y a la derecha de la arteria hepática (véase [fig. 7-11](#)). En la segunda parte de su trayecto, se localiza posterior a la primera porción del duodeno (véase [fig. 7-8](#)), a la derecha de la arteria gastroduodenal (véase [fig. 7-5](#)). En la tercera parte de su trayecto, se ubica en un surco en la cara posterior de la cabeza del páncreas (véase [fig. 7-29](#)). En este lugar, el conducto biliar hace contacto con el conducto pancreático principal.

El conducto biliar finaliza inferiormente perforando la pared medial de la segunda porción del duodeno, más o menos a la mitad de su trayecto ([fig. 7-51](#)). El conducto pancreático principal suele unirse con este y, juntos, desembocan en una pequeña ampolla en la pared duodenal que se conoce como ***ampolla hepatopancreática (ampolla de Vater)***. La ampolla se abre hacia la luz del duodeno a través de una pequeña prominencia, la ***papila duodenal mayor***. Las porciones terminales de ambos conductos y la ampolla están rodeados por músculo circular que se conoce como ***esfínter de la ampolla hepatopancreática (esfínter de Oddi)***. En ocasiones, la bilis y el conducto pancreático desembocan independientemente en el duodeno. Las variaciones frecuentes de esta distribución se muestran en la [figura 7-52](#).

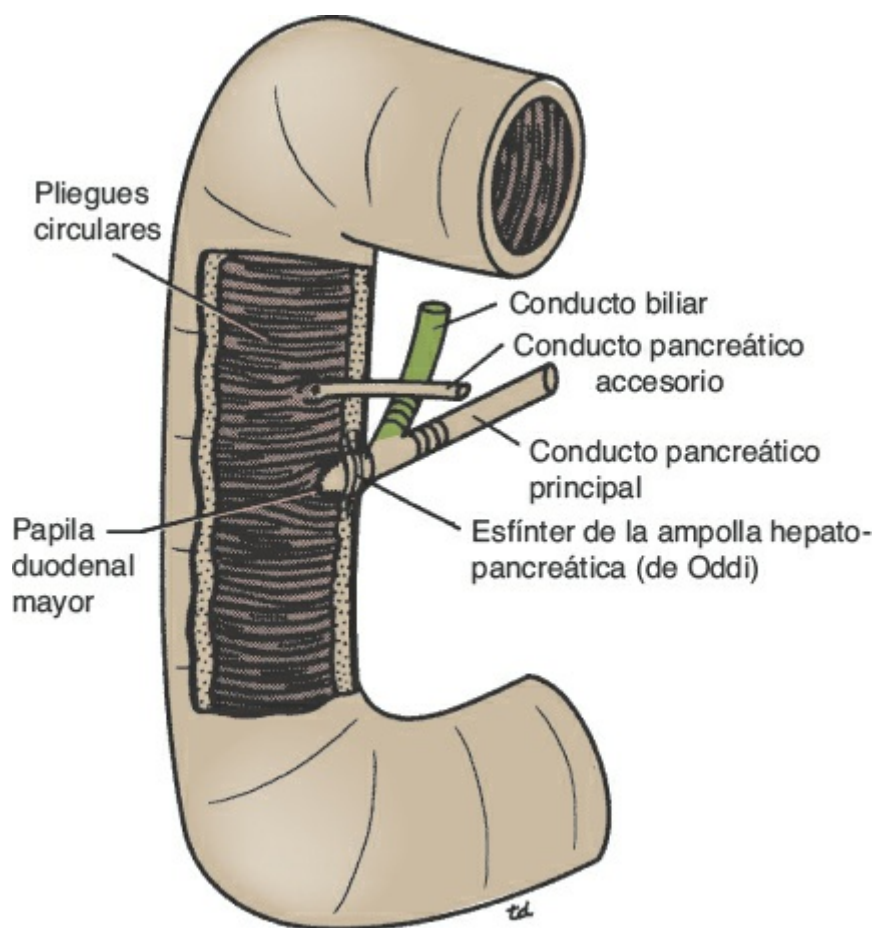


Figura 7-51 Porciones terminales de los conductos biliar y pancreáticos conforme entran en la segunda porción del duodeno. Nótese el esfínter de la ampolla hepatopancreática (de Oddi) y el músculo liso alrededor de los extremos de los conductos biliar y pancreático principal.

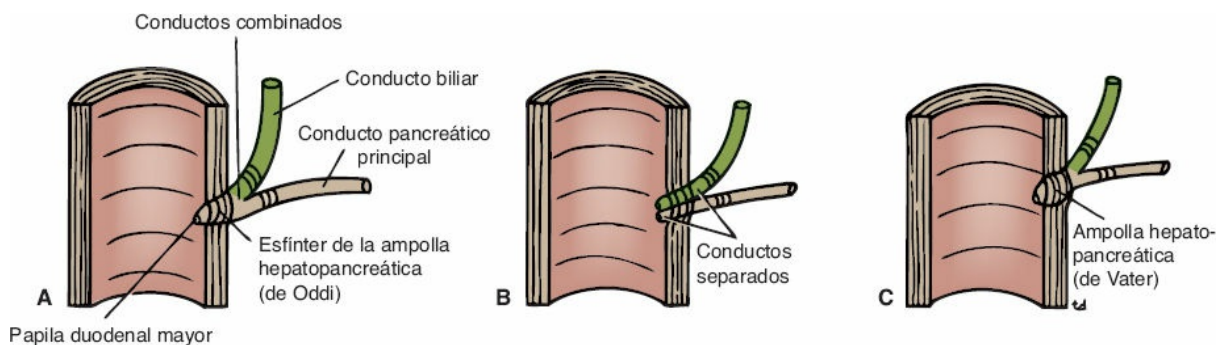


Figura 7-52 Tres variaciones frecuentes de las terminaciones de los conductos biliar y pancreático a medida que entran en la segunda porción del duodeno. **A.** Ambos conductos se unen y drenan a la papila duodenal mayor, pero no existe una ampolla. **B.** Ambos conductos desembocan independientemente. **C.** Ambos conductos se unen y desembocan juntos en la ampolla de la papila mayor.

Vesícula biliar

La *vesícula biliar* es un saco piriforme en la cara inferior del hígado (fig. 7-53; véanse también figs. 7-2, 7-9, 7-10, 7-29 y 7-48). Tiene una capacidad de 30-50 mL y almacena bilis, que se concentra por la absorción de agua. La vesícula biliar se divide en fondo, cuerpo y cuello (véanse figs. 7-29 y 7-48). El **fondo** es

redondeado y se proyecta desde el borde inferior del hígado, donde entra en contacto con la pared anterior del abdomen a nivel de la punta del 9.º cartílago costal derecho. El **cuerpo** está en contacto con la cara visceral del hígado y se proyecta posterosuperiormente y a la izquierda. El **cuello** se continúa con el conducto cístico, que gira hacia el omento menor para unirse con el conducto hepático común y formar el conducto biliar.

El fondo está completamente cubierto por el peritoneo biliar, que une el cuerpo y el cuello con la cara visceral del hígado.

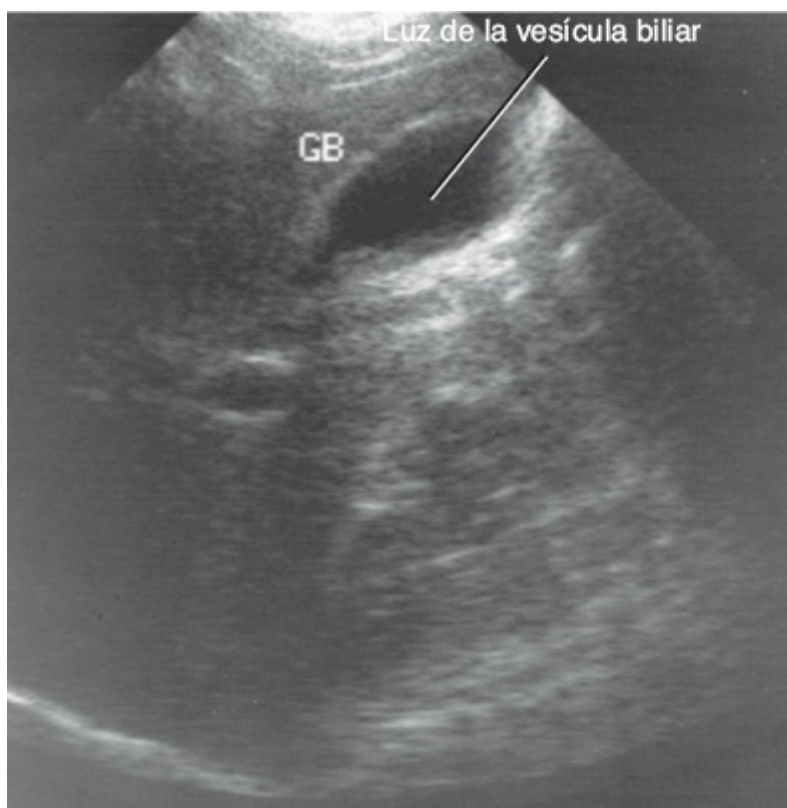


Figura 7-53 Ecografía de la porción superior del abdomen que muestra la luz de la vesícula biliar. (cortesía de: Dr. M.C. Hill).

Relaciones

- **Anteriormente.** Pared anterior del abdomen y cara inferior del hígado (*véanse* [figs. 7-2](#) y [7-3](#)).
- **Posteriormente.** Colon transverso y primera y segunda porciones del duodeno (*véase* [fig. 7-29](#)).

Función

Cuando el proceso de digestión no está activo, el esfínter de la ampolla hepatopancreática permanece cerrado, por lo que la bilis se acumula en la vesícula biliar. Esta última concentra y almacena la bilis, absorbe selectivamente sales biliares (para mantener la acidez de la bilis), excreta colesterol y secreta moco. Para ayudar en estas funciones, la membrana mucosa forma pliegues permanentes que se unen unos con otros, por lo que la superficie adquiere un

aspecto de panal de abejas. Las células cilíndricas que revisten la superficie poseen numerosas microvellosidades en su superficie libre.

La bilis se distribuye al duodeno como resultado de la contracción y el vaciamiento parcial de la vesícula biliar. El mecanismo se desencadena por la entrada de alimentos grasos en el duodeno. Los lípidos provocan la liberación de la **hormona colecistoquinina** desde la membrana mucosa del duodeno. A continuación, la hormona entra en la sangre y provoca la contracción de la vesícula biliar. Al mismo tiempo, el músculo liso alrededor del extremo distal del conducto biliar y la ampolla se relaja, lo que posibilita el paso de bilis concentrada hacia el duodeno. Las sales biliares de la bilis son relevantes para emulsificar la grasa en el intestino y ayudar en la digestión y la absorción.

Vascularización

La **arteria cística**, rama de la arteria hepática derecha (véase [fig. 7-48](#)), irriga la vesícula biliar. La **vena cística** drena directamente en la vena porta. Numerosas venas y arterias muy pequeñas también discurren entre el hígado y la vesícula biliar.

Drenaje linfático

La linfa drena en un nódulo linfático cístico localizado cerca del cuello de la vesícula biliar. Desde aquí, los vasos linfáticos pasan a los nódulos hepáticos a lo largo del trayecto de la arteria hepática para después llegar a los **nódulos celiacos**.

Inervación

La inervación la llevan a cabo fibras simpáticas y parasimpáticas vagales provenientes del plexo celiaco. La vesícula biliar se contrae en respuesta a la hormona colecistoquinina, producida por la membrana mucosa del duodeno durante la llegada de alimentos grasos provenientes del estómago.

Conducto cístico

El conducto cístico mide aproximadamente 4 cm de longitud y conecta el cuello de la vesícula biliar con el conducto hepático común para formar el conducto biliar (véanse [figs. 7-29](#) y [7-48](#)). Suele tener forma de “S”; desciende por un trayecto de longitud variable en el borde libre derecho del omento menor.

La membrana mucosa del conducto cístico se eleva para formar un pliegue en espiral que es continuo con un pliegue similar en el cuello de la vesícula biliar. El pliegue suele denominarse **válvula espiral** o **pliegue espiral**. Su función es mantener la luz abierta de manera continua.



Notas clínicas

Cálculos biliares

Los cálculos biliares suelen ser asintomáticos; no obstante, pueden desencadenar un lugar a cólico por cálculos o colecistitis aguda.

Cólico biliar

El cólico biliar suele ser consecuencia de espasmos del músculo liso de la pared de la vesícula biliar en un intento por expulsar un cálculo. Las fibras aferentes ascienden a través del plexo celiaco y los nervios espláncnicos mayores hacia los segmentos torácicos de la médula espinal. El dolor referido se percibe en el cuadrante superior derecho o en el epigastrio (dermatomas T7-T9).

La obstrucción de los conductos biliares con un cálculo o por la compresión por un tumor pancreático causa el estancamiento de la bilis en los conductos y el desarrollo de **ictericia**. Cuando un cálculo se aloja en la ampolla de Vater, es posible que se produzca el paso de bilis infectada hacia el conducto pancreático, lo que causa **pancreatitis**. La disposición anatómica de la porción terminal del conducto biliar y el conducto pancreático principal es muy variable (véase [fig. 7-52](#)). El tipo de sistema de conductos determina las probabilidades de entrada de la bilis infectada al conducto pancreático.

Los cálculos suelen provocar úlceras a través de la pared de la vesícula biliar hacia el colon transverso o el duodeno. En el primer caso, habitualmente pasan por el recto, pero en el segundo caso pueden estancarse en la unión ileocecal y desencadenar una obstrucción intestinal.

Colecistitis aguda

La colecistitis aguda produce molestias en el cuadrante superior derecho o el epigastrio. La inflamación de la vesícula biliar puede irritar el peritoneo parietal subdiafragmático, que está innervado parcialmente por el nervio frénico (C3-C5). Ello puede causar dolor referido sobre el hombro, pues los nervios supraclaviculares (C3 y C4) innervan la piel de la región.

Colecistectomía y vascularización de la vesícula biliar

Antes de realizar una colecistectomía, es importante tener en cuenta las muchas variaciones en la vascularización de la vesícula biliar y las relaciones de los vasos con los conductos biliares ([fig. 7-54](#)). Por desgracia, se han informado casos en los que el conducto hepático común o el conducto biliar principal se han incluido en la ligadura arterial, con graves consecuencias.

Gangrena de la vesícula biliar

A diferencia del apéndice, que tiene una sola arteria, la vesícula biliar no suele desarrollar gangrena. Además de la arteria cística, la vesícula biliar recibe diversos pequeños vasos desde la cara visceral del hígado.

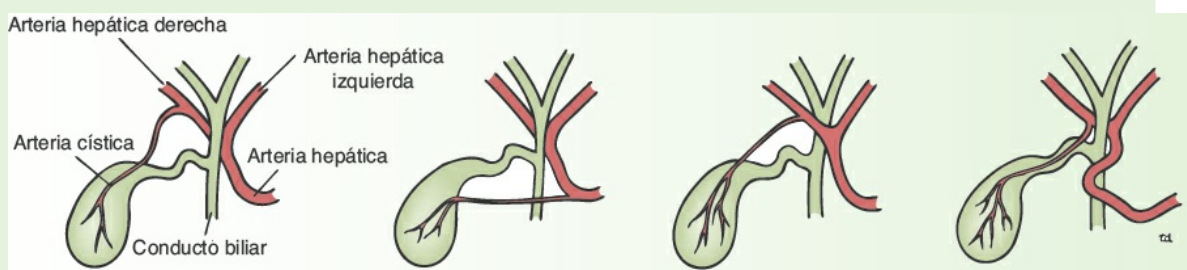


Figura 7-54 Algunas de las variaciones frecuentes de la vascularización de la vesícula biliar.



Notas embriológicas

Desarrollo del hígado y el árbol biliar

El hígado emerge del extremo distal del intestino anterior como un esbozo sólido de células del

endodermo ([fig. 7-55](#); véase también [fig. 7-42](#)). El lugar de origen se ubica en el vértice del asa del duodeno en desarrollo, y se corresponde con un punto a medio camino a lo largo de la segunda porción del duodeno completamente desarrollado. El **esbozo hepático** crece anteriormente hacia la masa de mesodermo esplácnico que se conoce como **septo transverso**. El extremo terminal del esbozo se divide en ramas derecha e izquierda, desde donde crecen columnas de células endodérmicas hacia el mesodermo vascular. Los pares de venas vitelinas y umbilicales que pasan a través del septo transverso se segmentan por la presencia de columnas invasoras de hepatocitos, y forman los **sinusoides hepáticos**. Las columnas de células endodérmicas forman los **cordones hepáticos**. El tejido conjuntivo del hígado está formado por el mesénquima del septo transverso.

El esbozo hepático principal y sus ramas terminales derecha e izquierda comienzan a formar una luz para crear el **conducto hepático común** y los **conductos hepáticos derecho e izquierdo**. El hígado crece rápidamente y comienza a ocupar gran parte de la cavidad abdominal; el lóbulo derecho se hace mucho más grande que el izquierdo.

Desarrollo de la vesícula biliar y el conducto cístico

La vesícula biliar se desarrolla desde el esbozo hepático como un crecimiento celular sólido ([véase fig. 7-42](#)). El extremo terminal se expande para crear la **vesícula biliar**, mientras que el delgado tallo perdura como el **conducto cístico**. Después, la vesícula biliar y el conducto cístico obtienen una luz. A continuación, el conducto cístico desemboca en el **conducto hepático común** para dar origen al **conducto biliar**.

Atresia biliar

El fallo en la formación de la luz de los conductos biliares durante el desarrollo provoca atresia. Las diversas formas de atresia se muestran en la [figura 7-56](#). Se presenta ictericia poco después del nacimiento. Asimismo, las heces son de color arcilla y la orina, oscura. Debe intentarse el tratamiento quirúrgico siempre que sea posible. Si la atresia no puede corregirse, el lactante muere por insuficiencia renal.

Ausencia de vesícula biliar

En ocasiones, existe un fallo del crecimiento celular desde el esbozo hepático. En estos casos, no se desarrollan ni la vesícula biliar ni el conducto cístico ([fig. 7-57](#)).

Vesícula biliar doble

En ocasiones, el crecimiento celular desde el esbozo hepático se bifurca, de modo que se desarrollan dos vesículas biliares ([véase fig. 7-57](#)).

Ausencia de conducto cístico

En los casos de ausencia de conducto cístico, toda la masa celular del esbozo hepático se moviliza hacia la vesícula biliar, por lo que no abandona el tallo estrecho que formaría el conducto cístico. La vesícula biliar drena directamente en el conducto biliar. Esta anomalía puede no reconocerse durante una colecistectomía, por lo que es posible dañar el conducto biliar ([véase fig. 7-57](#)).

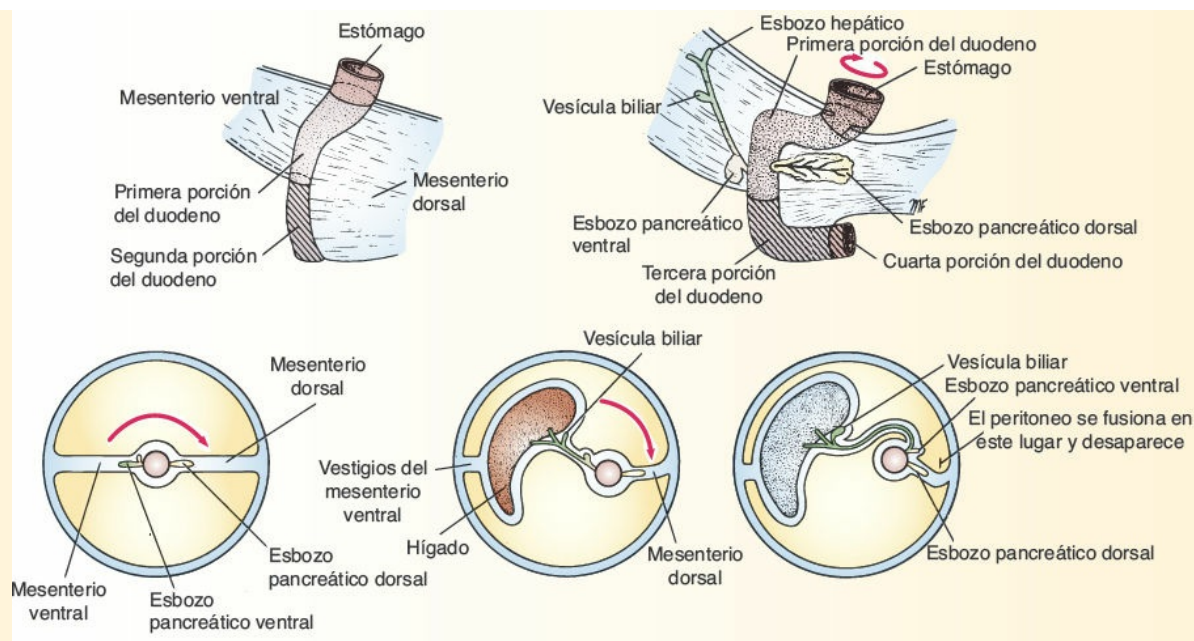


Figura 7-55 Desarrollo del duodeno en relación con los mesenterios ventral y dorsal. *Área punteada*, intestino anterior; *área con rayas*, intestino medio. Las *flechas rojas* indican la dirección de la rotación del estómago/duodeno superior.

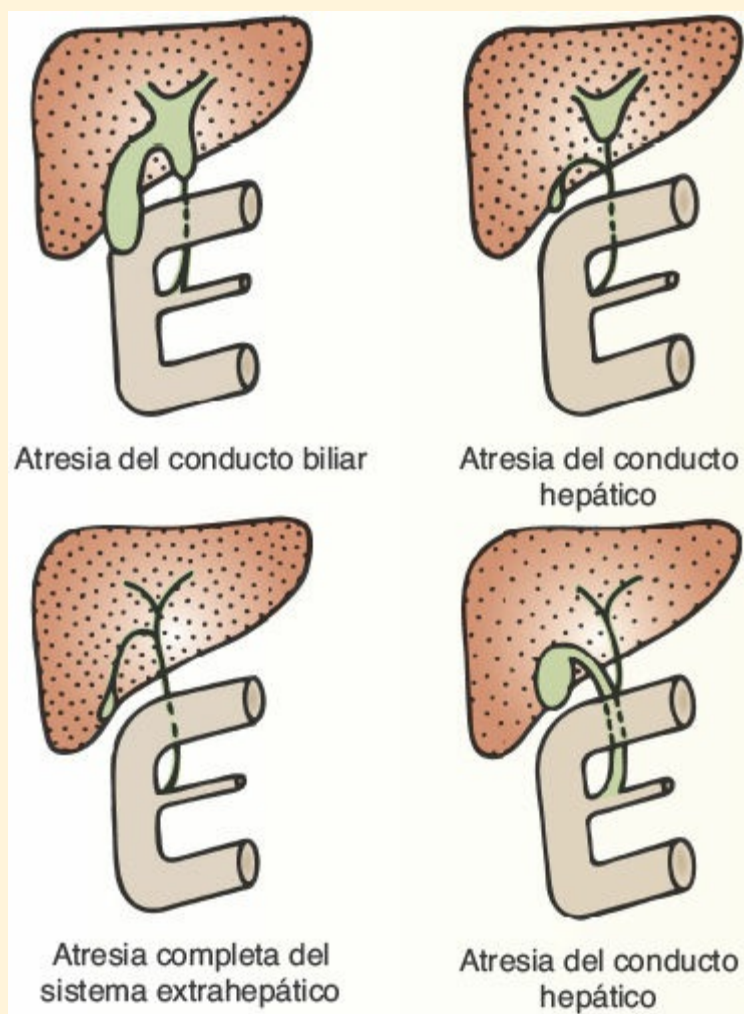


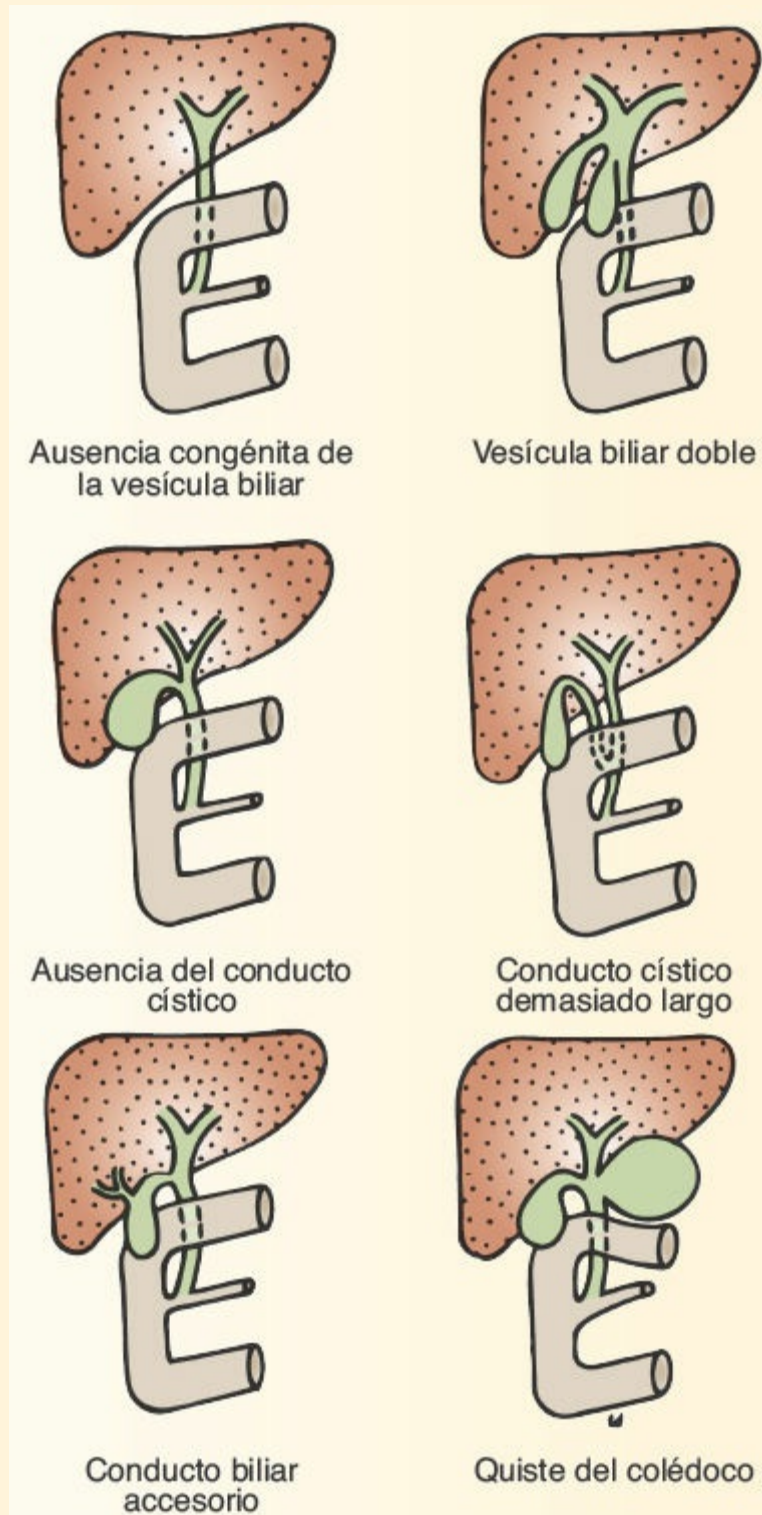
Figura 7-56 Algunas de las anomalías congénitas de los conductos biliares.

Conducto biliar accesorio

A veces se presenta un pequeño conducto biliar accesorio que desemboca directamente desde el hígado hacia la vesícula biliar. Si dicho conducto no se reconoce durante una cirugía, podría filtrarse bilis hacia la cavidad peritoneal (véase [fig. 7-57](#)).

Quiste congénito del colédoco

El origen del quiste del colédoco, que puede llegar a contener 1-2 L de bilis, no suele deberse a la debilidad de la pared del conducto biliar. Esta anomalía tiene relevancia debido a que puede presionar el conducto biliar y causar ictericia obstructiva (véase [fig. 7-57](#)).



Páncreas

El páncreas es una glándula tanto exocrina como paracrina. La porción exocrina de la glándula produce una secreción que contiene enzimas capaces de hidrolizar proteínas, grasas e hidratos de carbono. La porción endocrina de la glándula, los **islotos pancreáticos (islotos de Langerhans)**, sintetizan las hormonas **insulina** y **glucagón**, que tienen un papel relevante en el metabolismo de los hidratos de carbono.

El páncreas es una estructura alargada que se localiza en el epigastrio y el cuadrante superior izquierdo. Es blando y lobulado, y se halla en la pared posterior del abdomen, posterior al peritoneo. Cruza el plano transpilórico. El páncreas se divide en cabeza, cuello, cuerpo y cola ([fig. 7-58](#)).

La **cabeza** del páncreas tiene forma de disco y se localiza dentro de la concavidad del duodeno. Una parte de la cabeza se extiende hacia la izquierda posterior a los vasos mesentéricos, y recibe el nombre de **proceso unciforme**.

El **cuello** es una porción estrecha del páncreas que une la cabeza con el cuerpo. Se halla anterior al origen de la vena porta y la arteria mesentérica superior en la aorta ([véase fig. 7-26](#)).

El **cuerpo** discurre superiormente y hacia la izquierda, cruzando la línea media ([véase fig. 7-5](#)). Su sección transversal es ligeramente triangular.

La **cola** discurre anteriormente en el ligamento esplenorrenal y entra en contacto con el hilio del bazo.

Relaciones

- **Anteriormente.** De derecha a izquierda: colon transversal y unión del mesocolon transversal, saco menor (bolsa omental) y estómago ([véanse figs. 7-5 y 7-7](#)).
- **Posteriormente.** De derecha a izquierda: conducto biliar, venas porta y esplénica, vena cava inferior, aorta, origen de la arteria mesentérica superior, psoas, glándula suprarrenal, riñón izquierdo e hilio del bazo ([véanse figs. 7-5 y 7-27](#)).

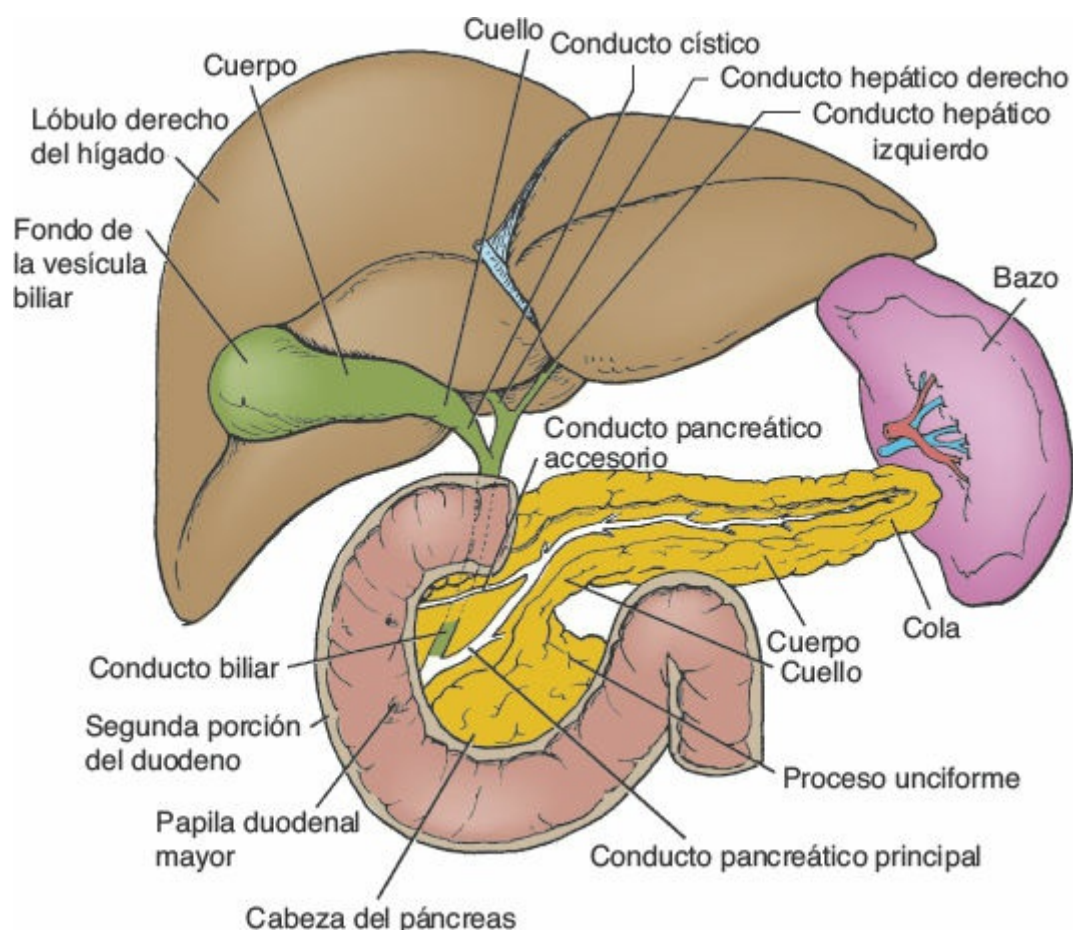


Figura 7-58 Diversas partes del páncreas seccionadas para mostrar el sistema de conductos.

Conductos pancreáticos

El **conducto pancreático principal** comienza en la cola y discurre a lo largo de la glándula; recibe numerosas tributarias a lo largo de su trayecto (véase [fig. 7-58](#)). Desemboca en torno a la mitad de la segunda porción del duodeno, junto con el conducto biliar, en la **papila duodenal mayor** (véase [fig. 7-51](#)). En ocasiones, el conducto principal drena de forma independiente en el duodeno.

El conducto **accesorio del páncreas**, de estar presente, drena en la porción superior de la cabeza y finaliza en el duodeno, un poco por encima de la desembocadura del conducto principal en la **papila duodenal menor** (véanse [figs. 7-51](#) y [7-58](#)). El conducto accesorio se comunica a menudo con el conducto principal.

Vascularización

La irrigación del páncreas proviene de las arterias **esplénica** y **pancreatoduodenales superior e inferior** (véase [fig. 7-26](#)). Las venas correspondientes drenan en el sistema porta.

Drenaje linfático

Se observan nódulos linfáticos a lo largo de las arterias que irrigan la glándula.

Los vasos eferentes drenan en los **nódulos linfáticos celíacos** y los **nódulos linfáticos mesentéri**

Inervación

Esta área está inervada por fibras nerviosas simpáticas y parasimpáticas (vagales).



Notas clínicas

Diagnóstico de enfermedades pancreáticas

La localización profunda dificulta el diagnóstico de enfermedades pancreáticas por los siguientes motivos:

- El dolor pancreático suele ser referido a la espalda.
- Dado que el páncreas se localiza posterior al estómago y el colon transversal, la enfermedad pancreática puede confundirse con la de estas dos estructuras.
- La inflamación del páncreas puede diseminarse al peritoneo que forma la pared posterior del saco menor (bolsa menor). Como consecuencia, pueden desarrollarse adherencias que cierran el saco menor, lo cual origina un **seudoquistes**.

Traumatismos pancreáticos

El páncreas se localiza profundo dentro del abdomen, y está protegido por el borde costal y la pared anterior del abdomen. No obstante, los traumatismos contusos, como por ejemplo en las lesiones deportivas desencadenadas por un fuerte golpe repentino en el abdomen, pueden comprimir y desgarrar el páncreas contra la columna vertebral. En todo caso, el daño más frecuente al páncreas se desencadena por heridas por arma blanca o de fuego. El tejido pancreático dañado libera enzimas pancreáticas activadas que causan signos y síntomas de peritonitis aguda.

Cáncer de la cabeza del páncreas y el conducto biliar

Debido a la relación estrecha de la cabeza del páncreas con el conducto biliar, el cáncer de la cabeza del páncreas suele provocar ictericia obstructiva.

Cola del páncreas y esplenectomía

La proximidad de la cola del páncreas con el ligamento esplenorrenal puede provocar daños en la cola durante una esplenectomía. El páncreas dañado libera enzimas que comienzan a digerir los tejidos circundantes, con graves consecuencias.



Notas embriológicas

Desarrollo del páncreas

El páncreas se desarrolla desde un **esbozo dorsal** y un **esbozo ventral** de células endodérmicas originadas en el intestino anterior. El origen del esbozo dorsal es ligeramente superior al del ventral: el primero crece hacia el mesenterio dorsal. El esbozo ventral se origina en conjunto con el hepático, cerca de la unión del intestino anterior con el intestino medio. A partir de entonces, se desarrolla un

sistema de conductos en cada esbozo. La rotación del estómago y el duodeno, junto con el rápido crecimiento del lado izquierdo del duodeno, hace que los esbozos ventrales hagan contacto con el dorsal, y se fusionan (fig. 7-59).

Los conductos también se fusionan, de manera que el **conducto pancreático principal** se deriva de todo el conducto pancreático ventral y de la porción distal del conducto pancreático dorsal. El conducto pancreático principal se une al conducto biliar y entra en la segunda porción del duodeno. La porción proximal del conducto pancreático dorsal puede persistir como un **conducto accesorio**, que puede desembocar, o no, en el duodeno, cerca de 2 cm superior a la abertura del conducto principal.

El crecimiento continuo de células endodérmicas de los botones endodérmicos ventral y dorsal fusionados se extiende al mesénquima circundante en forma de columnas celulares. Estas columnas originan ramas laterales, que son canalizadas y acaban formando los **conductos colectores**. Los acinos secretores se desarrollan en los extremos de estos conductos.

Los **islotos pancreáticos** se originan como pequeños esbozos de conductos en desarrollo. Después, en el quinto mes de embarazo, estas células pierden conexión con el sistema de conductos y forman grupos aislados que inician la secreción de **insulina** y **glucagón**.

La porción inferior de la cabeza y el proceso unciforme del páncreas emergen del esbozo pancreático ventral; la porción superior de la cabeza, el cuello, el cuerpo y la cola del páncreas se desarrollan a partir del esbozo pancreático dorsal.

Entrada de conductos biliares y pancreáticos al duodeno

Como se ha mencionado en el apartado sobre el desarrollo, el conducto biliar y el conducto pancreático principal se unen entre sí. Pasan oblicuamente a través de la pared de la segunda porción del duodeno para desembocar en la **papila duodenal mayor**, que está rodeada del **esfínter hepatopancreático (esfínter de Oddi)** (véase fig. 7-58). En algunas personas, estas estructuras pasan de manera independiente, aunque muy cercanos entre sí a través de la pared duodenal, y desembocan por separado en la cúspide de la papila duodenal (véase fig. 7-52). En otras personas, los dos conductos se unen y forman una dilatación común, la **ampolla hepatopancreática (ampolla de Vater)**. Esta ampolla desemboca en el vértice de la papila duodenal.

Páncreas anular

En los casos de páncreas anular, el esbozo pancreático ventral se fija de tal manera que, cuando el estómago y el duodeno rotan, el esbozo ventral es desplazado alrededor del lado derecho del duodeno, por lo que este esbozo se fusiona con el esbozo dorsal del páncreas. El duodeno queda rodeado por estas estructuras (fig. 7-60). Este fenómeno puede provocar obstrucción del duodeno, lo que conduce a vómitos pocas horas después del nacimiento. Es necesario el tratamiento quirúrgico temprano.

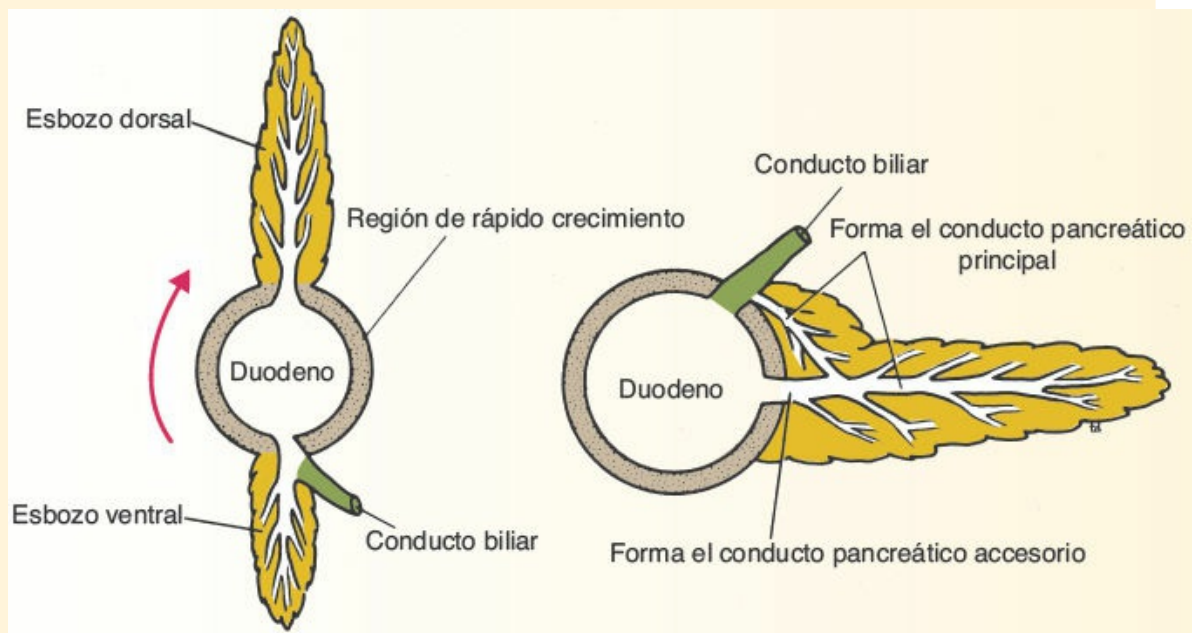


Figura 7-59 La rotación del duodeno y el crecimiento asimétrico de la pared duodenal conducen a la fusión de los esbozos pancreáticos ventral y dorsal.



Figura 7-60 Formación del páncreas anular, que produce obstrucción duodenal. Obsérvese el estrechamiento del duodeno.

Páncreas ectópico

Puede haber tejido pancreático ectópico puede estar presente en la submucosa del estómago, el duodeno, el intestino delgado (incluido el divertículo de Meckel), la vesícula biliar y el bazo. Es relevante, pues en ocasiones invade la luz intestinal y provoca invaginación intestinal.

Enfermedad fibroquística congénita

La enfermedad fibroquística congénita del páncreas se debe esencialmente a anomalías en la secreción mucosa. El moco es excesivamente viscoso y obstruye el conducto pancreático, lo que conduce a pancreatitis y fibrosis. Esta anomalía afecta el pulmón, los riñones y el hígado.

Bazo

El bazo presenta un tono rojizo y constituye la mayor masa de tejido linfático del cuerpo. A pesar de su estrecha relación, no forma parte del tubo digestivo. Es un órgano ovoide y posee una **muesca en su borde anterior**. Se localiza inmediatamente por debajo de la mitad izquierda del diafragma, cerca de las costillas 9.^a, 10.^a y 11.^a. Su eje longitudinal se halla a lo largo del cuerpo de la décima costilla, y su polo inferior se extiende anteriormente hasta la línea medioaxilar; este órgano linfático no puede palparse en la exploración clínica (fig. 7-61).

El hígado está rodeado por el peritoneo (véanse figs. 7-6 y 7-61), que pasa desde este órgano en el **hilio** como el omento (ligamento) gastroesplénico hacia la curvatura mayor del estómago (contiene los vasos gástricos cortos y gastroepiploicos izquierdos). El peritoneo también se proyecta hacia el riñón izquierdo como el ligamento esplenorrenal (contiene los vasos esplénicos y la cola del páncreas).

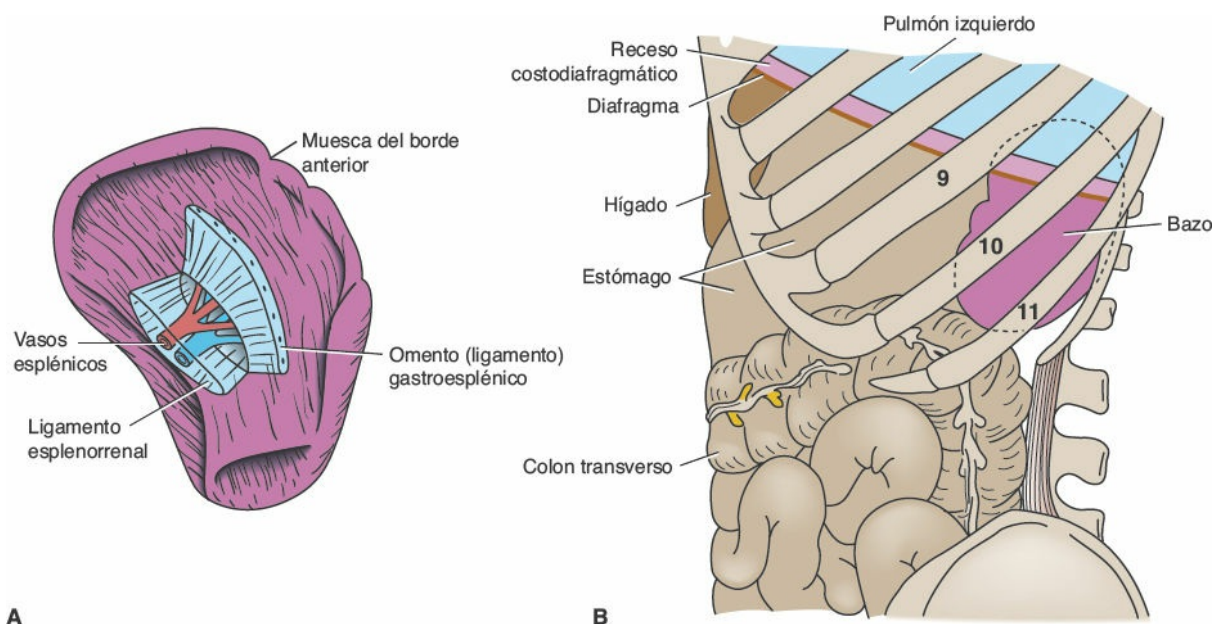


Figura 7-61 Bazo. **A.** Tiene forma ovalada y una muesca en su borde anterior. **B.** Relación del bazo con las estructuras adyacentes.



Notas clínicas

Esplenomegalia

El crecimiento anómalo del bazo se extiende infero medialmente. La flexura cólica izquierda y el ligamento frenocólico evitan un crecimiento inferior directo. A medida que el bazo agrandado se proyecta por debajo del arco costal izquierdo, es posible reconocer su borde anterior (con su muesca) palpando la pared anterior del abdomen.

El bazo se localiza en el origen de la vena esplénica, y en casos de hipertensión portal suele agrandarse como consecuencia de la congestión venosa.

Traumatismos esplénicos

A pesar de que el bazo parece estar protegido por la anatomía del cuerpo, los accidentes de tránsito por aplastamiento o atropellamiento suelen producir la laceración de este órgano. Las heridas penetrantes del borde inferior del tórax también dañan el bazo.



Notas embriológicas

Desarrollo del bazo

El bazo se desarrolla como un engrosamiento del mesénquima en el mesenterio dorsal (véase fig. 7-47). En etapas tempranas, el bazo se compone de masas mesenquimatosas que acabarán fusionándose. Las muescas a lo largo del borde anterior son permanentes e indican la ausencia de fusión completa de las masas mesenquimatosas.

La porción dorsal del mesenterio que se extiende entre el hilio del bazo y la curvatura mayor del estómago se denomina **omento gastroesplénico**; la porción que se extiende entre el bazo y el riñón izquierdo en la porción del abdomen se conoce como **ligamento esplenorrenal**. El bazo es irrigado por la **arteria esplénica**, que es una rama de la arteria del intestino anterior (celíaca).

Bazo supernumerario

En el 10% de la población, pueden haber bazos supernumerarios, ya sea en el omento gastroesplénico o en el ligamento esplenorrenal. Este fenómeno es clínicamente relevante porque pueden sufrir hipertrofia tras la resección del bazo principal, y ser responsables de la recurrencia de los síntomas de enfermedad que condujeron a la esplenectomía.

Relaciones

- **Anteriormente.** Estómago, cola del páncreas y flexura cólica izquierda. El riñón izquierdo se localiza a lo largo de su borde medial (véanse figs. 7-5 y 7-11).
- **Posteriormente.** Diafragma, pleura izquierda (receso costodiafragmático izquierdo), pulmón izquierdo y costillas novena, décima y undécima (véanse figs. 7-11 y 7-61).

Vascularización

La gran **arteria esplénica** es la rama de mayor tamaño de la arteria celiaca. Sigue un trayecto tortuoso a lo largo del borde superior del páncreas. La arteria esplénica a continuación se divide en seis ramas, que entran en el hilio del bazo.

La **vena esplénica** abandona el hilio y discurre posterior a la cola y el cuerpo del páncreas. Posterior al cuello del páncreas, la vena esplénica se une a la vena mesentérica superior para formar la vena porta.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos emergen del hilio y pasan a través de diversos nódulos linfáticos a lo largo del trayecto de la arteria esplénica para después desembocar en los **nódulos celíacos**.

Inervación

Los nervios acompañan a la arteria esplénica y derivan del **plexo celíaco**.

ESPACIO RETROPERITONEAL

El espacio retroperitoneal se localiza en la pared posterior del abdomen, posterior al peritoneo parietal. Se extiende desde la vértebra T12 y la 12.^a costilla hasta el sacro y las crestas ilíacas inferiormente (fig. 7-62).

El **suelo (pared posterior)** del espacio retroperitoneal se compone, desde la superficie medial a la lateral, del músculo psoas y el músculo cuadrado lumbar, así como del origen del músculo transverso del abdomen. La superficie anterior de cada uno de estas estructuras musculares está recubierta de una capa de fascia. Por delante de las capas de fascia, una cantidad variable de tejido conjuntivo graso constituye una superficie que funciona como medio de alojamiento para las glándulas suprarrenales, los riñones, las porciones ascendente y descendente del colon y el duodeno. El espacio retroperitoneal también contiene los uréteres y los vasos sanguíneos renales y gonadales.

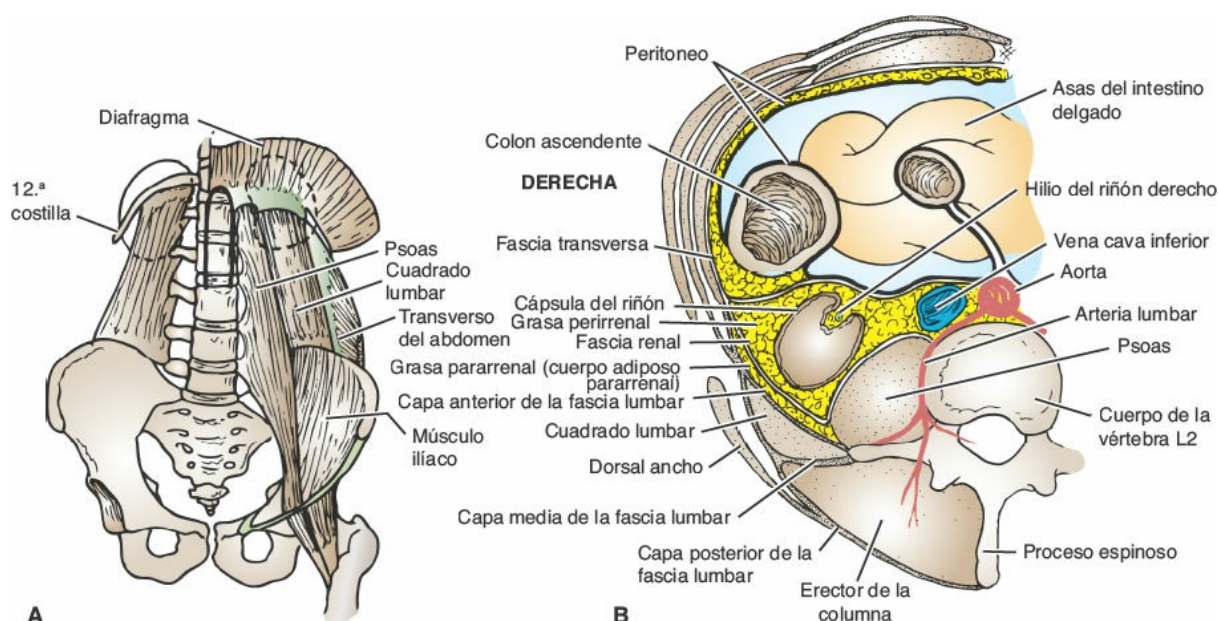


Figura 7-62 Espacio retroperitoneal. **A.** Estructuras presentes en la pared posterior del abdomen posteriores al peritoneo. **B.** Sección transversal de la pared posterior del abdomen que muestra las estructuras del espacio retroperitoneal (vista inferior).

VÍAS URINARIAS

Las vías urinarias están compuestas por los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra. La vejiga y la uretra se describen en los [capítulos 9 y 10](#).

Riñones

Los dos riñones tienen la función de excretar la mayor parte de los productos de desecho del metabolismo. Tienen un papel relevante en el control del equilibrio hidroelectrolítico del cuerpo, así como en el mantenimiento del equilibrio acidobásico de la sangre. Los productos de desecho salen del riñón como **orina**, que desciende por los **uréteres** hacia la **vejiga urinaria** de la pelvis. La orina sale del cuerpo a través de la **uretra**.

Localización y descripción

Los riñones son marrón rojizo y se ubican posteriores al peritoneo, en la parte alta de la pared posterior del abdomen, a cada lado de la columna vertebral; están ampliamente protegidos por el arco costal ([fig. 7-63](#)). El riñón derecho es ligeramente más inferior que el izquierdo debido al gran tamaño del lóbulo derecho del hígado. Cuando el diafragma se contrae durante la respiración, ambos riñones descienden verticalmente hasta 2,5 cm.

El **hilio** es una escotadura vertical en el borde medial cóncavo de ambos riñones, que está delimitado por labios gruesos de sustancia renal ([fig. 7-64](#)). El hilio se extiende hacia una cavidad de gran tamaño conocida como **seno renal**. El hilio transmite, desde anterior hacia posterior, la vena renal, dos de las ramas de la arteria renal, el uréter y la tercera rama de la arteria renal (recuérdelo como

VAUA). Vasos linfáticos y fibras nerviosas simpáticas también pasan a través del hilio.



Notas clínicas

Traumatismo de los órganos del espacio retroperitoneal

La palpación de la pared anterior del abdomen en las regiones lumbar e ilíaca puede provocar signos indicativos de irritación peritoneal (el peritoneo forma el límite anterior de este espacio; véase [fig. 7-62](#)). En otras palabras, pueden presentarse dolores y espasmos musculares (rigidez). La palpación de la espalda en el espacio entre la 12.^a costilla y la columna vertebral puede revelar dolor sugestivo de nefropatía.

Las radiografías abdominales son útiles para revelar aire potencial en los tejidos extraperitoneales, que es indicativo de perforación visceral (p. ej., colon ascendente o descendente). La tomografía computarizada (TC) suele definir de manera precisa la extensión de la lesión de los órganos extraperitoneales.

Formación de abscesos

La infección que se origina en los órganos retroperitoneales, como los riñones, los nódulos linfáticos y el apéndice retrocecal, puede extenderse ampliamente al espacio retroperitoneal.

Filtración de aneurisma aórtico

La sangre puede limitarse inicialmente al espacio retroperitoneal antes de abrirse hacia la cavidad peritoneal.

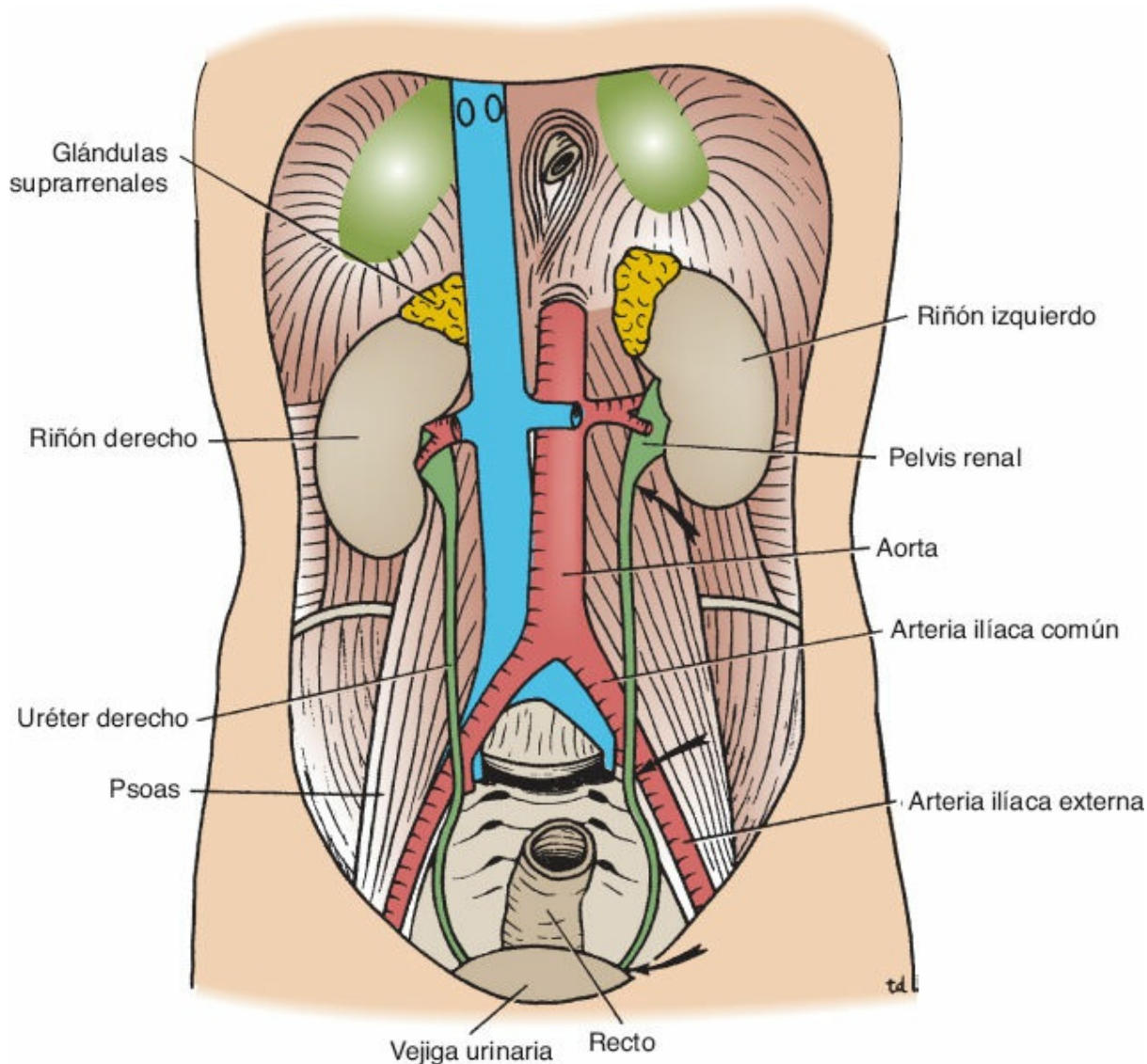


Figura 7-63 Pared posterior del abdomen que muestra los riñones y los uréteres en su posición normal. Las *flechas* indican los tres lugares de estrechamiento de los uréteres.

Revestimientos

Los riñones tienen estos revestimientos (véase [fig. 7-64B](#)):

- **Cápsula fibrosa.** Rodea al riñón y está adherida a su superficie exterior.
- **Grasa perirrenal (cápsula adiposa).** Cubre la cápsula renal fibrosa.
- **Fascia renal.** Es una condensación de tejido conjuntivo que se localiza por fuera de la grasa perirrenal y alberga los riñones y las glándulas suprarrenales; se continúa con la fascia transversa.
- **Grasa pararrenal (cuerpo adiposo pararrenal).** Se halla externa a la fascia renal, a menudo en cantidades grandes. Forma parte de la grasa retroperitoneal.

La grasa perirrenal, la fascia renal y la grasa pararrenal sostienen los riñones y los mantienen en posición en la pared posterior del abdomen.

Estructura renal

Ambos riñones tienen una **corteza externa** de color marrón oscuro y una **médula** interna de color marrón claro. La médula se compone de cerca de una docena de **pirámides renales**, cada una con su base orientada hacia la corteza; su vértice, la **papila renal**, se proyecta medialmente (véase [fig. 7-64B](#)). La corteza se extiende hacia la médula entre pirámides adyacentes como **columnas renales**. Diversas estriaciones conocidas como **radios medulares** se extienden desde la base de las pirámides renales hacia la corteza.

El **seno renal**, que es el espacio dentro del hilio, contiene el extremo superior expandido del uréter, la **pelvis renal**. Este se divide en dos o tres **cálices mayores**, cada uno de los cuales se divide en dos o tres **cálices menores** (véase [fig. 7-64B](#)). El vértice de la pirámide renal, la **papila renal**, indenta cada uno de los cálices.

Relaciones relevantes del riñón derecho

Diversas estructuras relacionadas están en contacto directo con los riñones, mientras las demás están separadas de los mismos por capas viscerales del peritoneo ([fig. 7-65](#)).

- **Anteriormente.** Glándula suprarrenal, hígado, 2.^a porción del duodeno y flexura cólica derecha (véanse [figs. 7-5](#) y [7-65](#)).
- **Posteriormente.** Diafragma, recesos costodiafragmáticos de la pleura, 12.^a costilla y músculos psoas, cuadrado lumbar y transversos del abdomen. Los nervios subcostal (T12), iliohipogástrico e ilioinguinal (L1) discurren inferolateralmente (véase [fig. 7-34](#)).

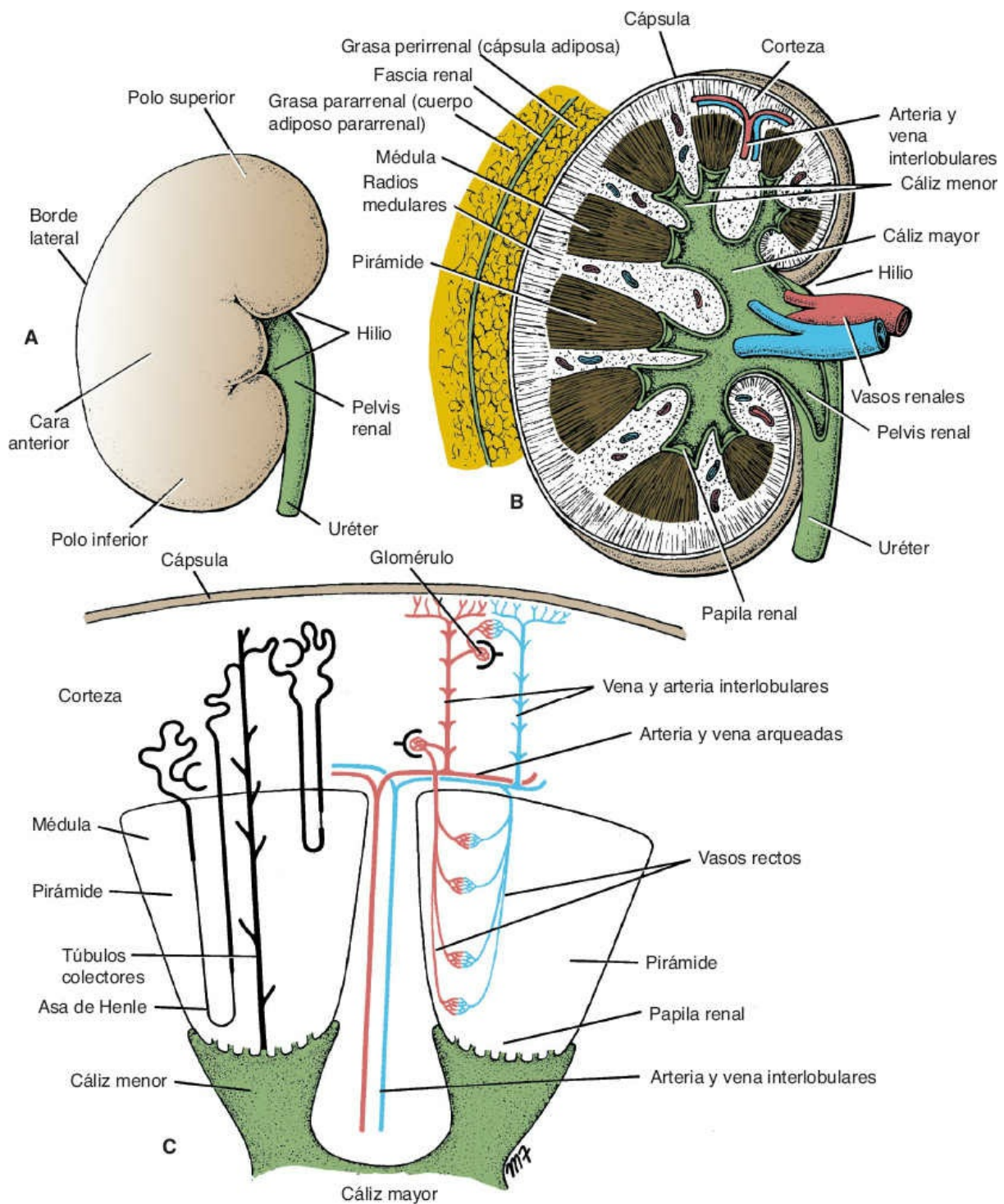


Figura 7-64 A. Riñón derecho, cara anterior. B. Riñón derecho, sección coronal que muestra la corteza, la médula, las pirámides, las papilas renales y los cálices. C. Sección del riñón que muestra la posición de las nefronas y la distribución de los vasos sanguíneos dentro del riñón.

Relaciones relevantes del riñón izquierdo

- **Anteriormente.** Glándula suprarrenal, bazo, estómago, páncreas, flexura cólica y asas de yeyuno (véanse [figs. 7-5](#) y [7-65](#)).
- **Posteriormente.** Diafragma, recesos costodiafrágmaticos de la pleura, 11.^a y 12.^a costillas (el riñón derecho es más superior) y músculos psoas, cuadrado lumbar y transversos del abdomen. Los nervios subcostal (T12),

iliohipogástrico e ilioinguinal (L1) discurren inferolateralmente (véase fig. 7-34).

Vascularización

La **arteria renal** emerge desde la aorta a nivel de la vértebra L2 (véanse figs. 7-34 y 7-63). Cada una de las arterias renales suele dividirse en cinco **arterias segmentarias** que entran en el hilio del riñón. Se distribuyen a diferentes segmentos o áreas del riñón. Las **arterias lobulares** se originan de cada arteria segmentaria, una para cada pirámide renal. Antes de entrar en la sustancia renal, cada una de las arterias lobulares da origen a dos o tres **arterias interlobulares** (véase fig. 7-64). Las arterias interlobulares se proyectan hacia la corteza a lo largo de ambos lados de la pirámide renal. En la unión de la corteza y la médula, las arterias interlobulares dan origen a las **arterias arcuatas**, que se arquean sobre las bases de las pirámides. Las arterias arcuatas emiten diversas **arterias interlobulares** que ascienden en la corteza. Las **arteriolas glomerulares aferentes** se originan como ramas de las arterias interlobulares.

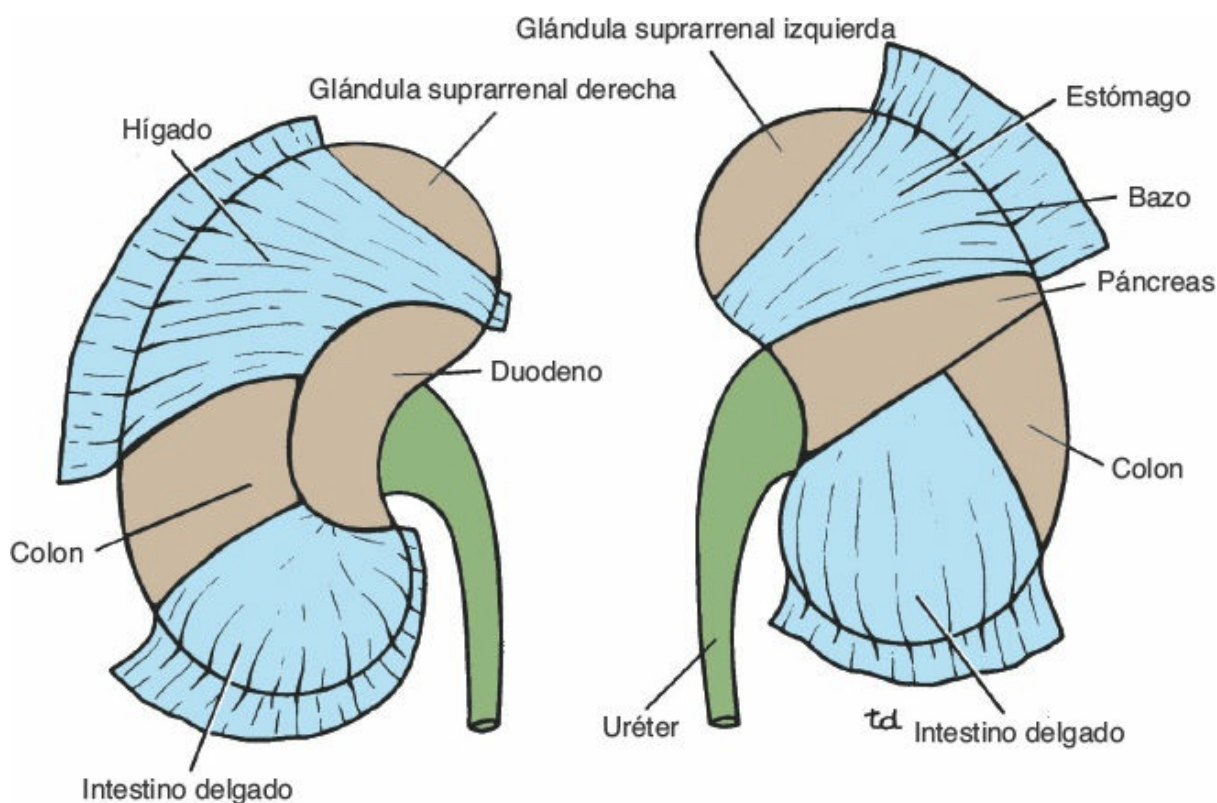


Figura 7-65 Relaciones anteriores de ambos riñones. El peritoneo visceral que reviste los riñones se ha mantenido en su lugar. Las áreas *marrones* indican el lugar donde el riñón tiene contacto directo con las vísceras adyacentes.

La **vena renal** sale del hilio anterior a la arteria renal y drena en la vena cava inferior.

Drenaje linfático

La linfa drena en los **nódulos linfáticos aórticos laterales** (linfáticos lumbares)

alrededor del origen de la arteria renal.

Inervación

La inervación la lleva a cabo el plexo simpático renal. Las fibras aferentes que viajan a través del plexo renal entran en la médula espinal en los nervios torácicos décimo, undécimo y duodécimo (T10-T12).



Notas clínicas

Movilidad renal

Los riñones permanecen en su posición normal gracias a la presión intraabdominal y sus conexiones con la grasa perirrenal (cápsula adiposa) y la fascia renal. Ambos riñones se mueven ligeramente con la respiración. El riñón derecho es ligeramente más inferior que el izquierdo, por lo que el polo inferior puede palparse en la región lumbar derecha durante el final de la espiración forzada en una persona con músculos abdominales débiles. En caso de que la grasa perirrenal sea escasa, la movilidad del riñón puede ser excesiva y provocar síntomas de cólico renal como consecuencia del movimiento del uréter. La excesiva movilidad de los riñones no afecta a la glándula suprarrenal debido a que esta ocupa un compartimento distinto en la fascia renal.

Traumatismo renal

Los riñones están bien protegidos por las costillas inferiores, los músculos lumbares y la columna vertebral. No obstante, una lesión contusa grave sobre la pared abdominal puede aplastar el riñón contra la última costilla y la columna vertebral. Según la gravedad del golpe, la lesión puede ir de leve a una laceración completa del órgano. Las heridas por arma blanca o de fuego suelen ser penetrantes y afectar a otras vísceras. Debido a que el 25% del gasto cardíaco pasa a través de los riñones, la lesión puede provocar rápidas hemorragias. En la [figura 7-66](#), se ofrece un resumen de las lesiones renales más habituales.

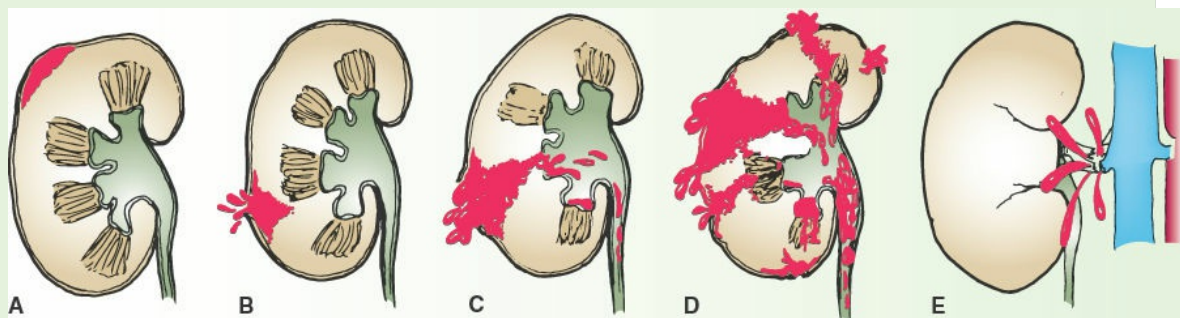


Figura 7-66 Lesiones renales. **A.** Golpe contuso con hemorragia limitada a la corteza por debajo de la cápsula fibrosa intacta. **B.** Rotura de la cápsula y la corteza con sangrado en la grasa perirrenal (cápsula adiposa). **C.** Rotura de la cápsula, la corteza y la médula. Obsérvese la salida de sangre hacia los cálices y la orina. La orina y la sangre pueden extravasarse hacia la grasa perirrenal y la pararenal y hacia la cavidad peritoneal. **D.** Estallido renal con hemorragia y extravasación intensa de orina o sangre hacia la grasa perirrenal y la pararenal; la sangre también entra en los cálices y se observa en la orina. **E.** Lesión del pedículo renal que afecta los vasos y la pelvis renal.

Tumores renales

Los tumores renales malignos tienden a diseminarse a lo largo de la vena renal. En el hombre, la vena renal izquierda recibe a la vena testicular izquierda, que en raras ocasiones se bloquea y provoca varicocele izquierdo (véase [cap. 6](#), las *Notas clínicas* sobre el escroto y los testículos).

Dolor renal

El dolor renal, que se presenta en el flanco, varía de sordo a intenso; puede irradiarse hacia la parte baja del abdomen. El dolor renal puede deberse al estiramiento de la cápsula renal o un espasmo del músculo liso en la pelvis renal. Las fibras aferentes pasan a través del **plexo renal** alrededor de la arteria renal y ascienden a la médula espinal a través del **nervio esplácnico más inferior** en el tórax y el tronco simpático. Entran en la médula espinal a nivel de T12. El dolor suele ser referido a lo largo de la distribución del nervio subcostal (T12) al flanco y a la pared anterior del abdomen.

Trasplante de riñón

La **fosa ilíaca** en la pared posterior del abdomen suele ser el lugar donde se realiza el trasplante renal. La fosa se expone a través de una incisión en la pared anterior del abdomen inmediatamente superior al ligamento inguinal. La fosa ilíaca por delante del músculo ilíaco se aborda desde el retroperitoneo. Se posiciona el riñón en su lugar y se anastomosan los vasos. La **arteria renal** se anastomosa con el extremo de la **arteria ilíaca interna**, y la **vena renal** se anastomosa con la **vena ilíaca externa** (fig. 7-67).

Las anastomosis de las ramas de ambas arterias ilíacas internas son suficientes para no poner en riesgo las vísceras pélvicas del lado en el que se realizó la anastomosis arterial renal. A continuación, se lleva a cabo una **ureterocistostomía** mediante la abertura de la vejiga, que proporciona una amplia entrada para uréter a través de la pared de la vejiga.

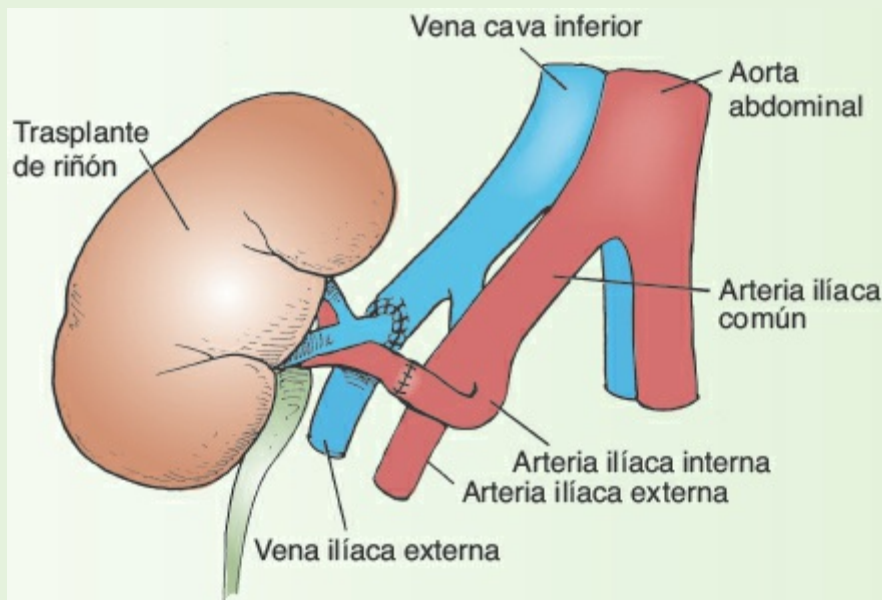


Figura 7-67 Riñón trasplantado.

Uréteres

Los uréteres son dos tubos musculares que se extienden desde los riñones hasta la cara posterior de la vejiga urinaria (véase fig. 7-63). La orina es propulsada a lo largo del uréter a través de contracciones peristálticas de la capa muscular y por la presión de filtración de los glomérulos.

Cada uno de los uréteres mide cerca de 25 cm de largo y es similar al esófago, pues presenta **tres constricciones** a lo largo de su trayecto: en la unión de la pelvis renal con el uréter, el lugar donde se flexiona a medida que cruza por el borde circunferencial pélvico y durante su paso a través de la pared de la

vejiga urinaria.

La **pelvis renal**, en forma de embudo, constituye el extremo superior expandido del uréter. Se localiza dentro del hilio del riñón y recibe los cálices mayores (véase [fig. 7-64](#)). El uréter emerge del hilio del riñón y desciende verticalmente y posterior al peritoneo parietal (adherido a este) sobre el músculo psoas, que lo separa de las puntas de los procesos transversos de las vértebras lumbares. Entra en la pelvis cruzando la bifurcación de la arteria iliaca común anterior a la articulación sacroiliaca (véase [fig. 7-63](#)). A continuación, el uréter recorre la pared lateral de la pelvis hasta la región de la espina ciática y gira anteriormente para entrar en el ángulo lateral de la vejiga. El trayecto pélvico del uréter se describe en el [capítulo 9](#).

Relaciones del uréter derecho

- **Anteriormente.** Duodeno, porción terminal del íleon, vasos cólicos e ileocólicos derechos, vasos testiculares u ováricos derechos y raíz del mesenterio del intestino delgado (véase [fig. 7-27](#)).
- **Posteriormente.** Músculo psoas derecho, que lo separa de los procesos transversos lumbares, y bifurcación de la arteria iliaca común derecha (véase [fig. 7-63](#)).

Relaciones del uréter izquierdo

- **Anteriormente.** Colon sigmoide y mesocolon sigmoide, vasos cólicos izquierdos y vasos ováricos o testiculares izquierdos (véanse [figs. 7-13](#) y [7-27](#)).
- **Posteriormente.** Músculo psoas izquierdo, que lo separa de los procesos transversos lumbares y la bifurcación de la arteria iliaca común izquierda (véase [fig. 7-63](#)).
- **Medialmente.** Vena mesentérica inferior (véase [fig. 7-27](#)).

Vascularización

La vascularización del uréter la siguiente: extremo superior, arteria renal; porción media, arteria ovárica o testicular; pelvis, arteria vesical superior. La sangre venosa drena en las venas que se corresponden con las arterias.

Drenaje linfático

La linfa drena a los **nódulos aórticos laterales** (linfáticos lumbares) y los **nódulos ilíacos**.

Inervación

El aporte nervioso está compuesto por los plexos renal, ovárico (o testicular) e hipogástrico (en la pelvis). Las fibras aferentes viajan con los nervios simpáticos y entran en la médula espinal en los segmentos lumbares primero y segundo.



Notas clínicas

Lesiones traumáticas de los uréteres

Las lesiones ureterales son poco frecuentes debido a su reducido tamaño y a que están protegidos. La mayoría de las lesiones son consecuencia de heridas por arma de fuego; en algunos casos menos frecuentes, se deben a heridas por arma blanca. Debido a que los uréteres son retroperitoneales, la orina puede filtrarse hacia los tejidos retroperitoneales sobre la pared posterior del abdomen.

Cálculos ureterales

Existen tres puntos anatómicos de estrechamiento del uréter y, por lo tanto, de posible detención de cálculos. Estos estrechamientos son la unión pelviureteral, el borde circunferencial pélvico y el lugar en donde el uréter entra en la vejiga (véase fig. 7-63). La mayoría de los cálculos a lo largo del trayecto del uréter, aunque son radioopacos, son tan pequeños que no pueden observarse con claridad con técnicas radiográficas simples. Suelen ser necesarios una tomografía computarizada y un pielograma intravenoso. El uréter discurre inferiormente anterior a la punta de los procesos transversos de las vértebras lumbares, cruza la región de la articulación sacroilíaca, se proyecta hacia la espina ciática y, por último, gira medialmente hacia la vejiga.

La pelvis renal y el uréter envían sus nervios aferentes hacia la médula espinal en los segmentos T12-L2. En el **cólico renal**, intensas ondas peristálticas de contracción viajan inferiormente por el uréter en un intento de mover el cálculo hacia adelante. El espasmo del músculo liso causa un dolor extremo de tipo cólico, que es referido a la piel de las áreas inervadas por los mismos segmentos de la médula espinal, es decir, las regiones anterior y posterior del flanco, la región lumbar y la ingle.

Cuando un cálculo entra en la porción inferior del uréter, el dolor se percibe en un nivel inferior, y suele ser referido a los testículos y la punta del pene o a los labios mayores. En ocasiones, el dolor ureteral se refiere a lo largo del ramo femoral del nervio genitofemoral (L1-L2), por lo que el dolor se percibe en la cara anterior del muslo. El dolor a menudo es tan intenso que los impulsos dolorosos aferentes se diseminan hacia el sistema nervioso central y provocan náuseas.



Notas embriológicas

Desarrollo renal y ureteral

En el desarrollo del sistema urinario se forman tres estructuras: **pronefro**, **mesonefro** y **metanefro**. El metanefro es el origen del riñón permanente en los humanos. Esta estructura emerge a partir de dos fuentes: el **esbozo ureteral** del conducto mesonéfrico y el **capuchón metanéfrico** de la masa celular intermedia del mesénquima de las regiones lumbar inferior y sacra.

Esbozo ureteral

El esbozo ureteral se origina como un crecimiento del **conducto mesonéfrico** (figs. 7-68 y 7-69). Este forma el **uréter**, que se dilata en su extremo superior para formar la **pelvis del uréter**. Después, la pelvis da ramas que forman los **cálices mayores**; estos, a su vez, se dividen en **cálices menores** y **túbulos colectores**.

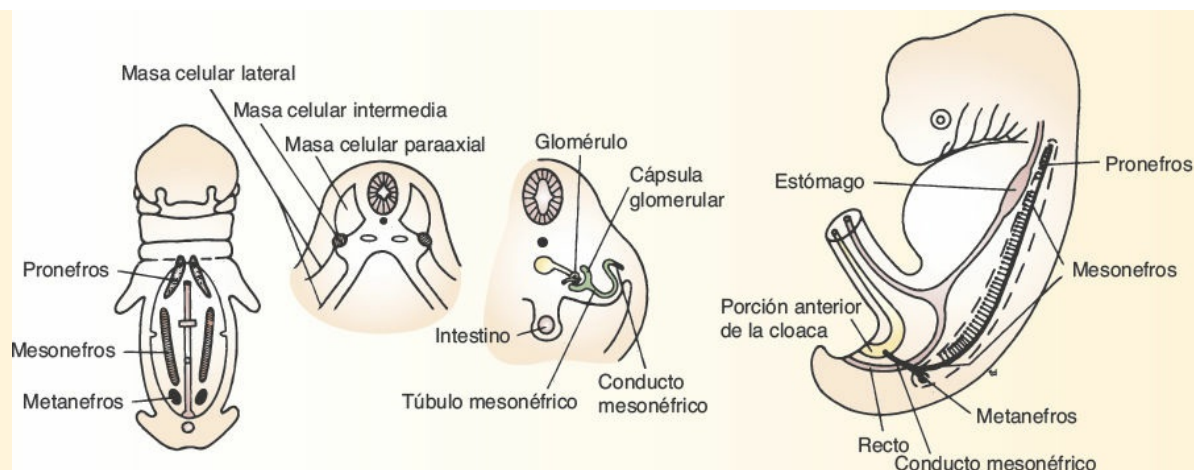


Figura 7-68 Orígenes y posiciones del pronefro, el mesonefro y el metanefro.

Capuchón metanéfrico

El capuchón metanéfrico se condensa alrededor del esbozo ureteral (véase [fig. 7-69](#)) y forman las **cápsulas glomerulares**, los **túbulos contorneados proximal** y **distal** y las **asas de Henle**. La cápsula glomerular se invagina a partir de la red de capilares que forman el **glomérulo**. Cada túbulo contorneado distal derivado del capuchón metanéfrico se une a un túbulo colector proveniente del esbozo ureteral. La superficie del riñón es lobulada inicialmente, pero este patrón lobulado desaparece al cabo de poco tiempo después de nacer.

El riñón en desarrollo es inicialmente pélvico y recibe vascularización de la continuación pélvica de la aorta, la arteria sacra media. Más tarde, el riñón asciende a la pared posterior del abdomen. Este ascenso se debe principalmente al crecimiento del cuerpo en las regiones lumbar y sacra, así como al enderezamiento de su curvatura. El uréter se elonga a medida que continúa el ascenso.

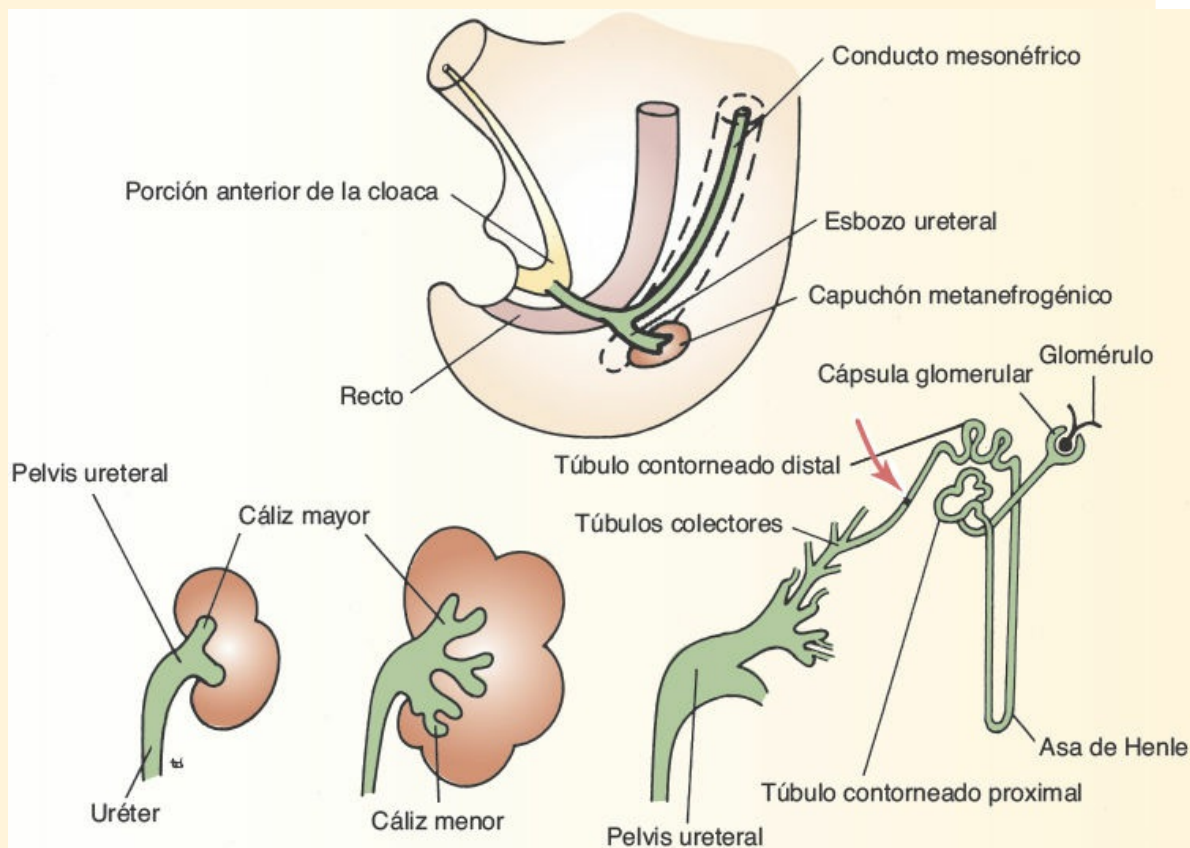


Figura 7-69 Origen del esbozo ureteral desde el conducto mesonéfrico y formación de los cálices

mayores y menores, así como de los túbulos colectores. La *flecha* indica el punto de unión entre los túbulos colectores y los túbulos contorneados.

El riñón es vascularizado por **arterias esplánicas laterales** (ramas de la aorta) progresivamente más superiores a medida que asciende de nivel. El riñón alcanza su posición final opuesto a la vértebra L2. Debido al gran tamaño del lóbulo derecho del hígado, el riñón derecho es ligeramente superior con respecto al riñón izquierdo.

Riñón poliquístico

Los riñones poliquísticos, una enfermedad hereditaria, pueden ser transmitidos por cualquiera de los padres. Es posible que se asocien con quistes congénitos del hígado, el páncreas y el pulmón. Ambos riñones se agrandan notablemente y se llenan de quistes. Se ha propuesto como causa más probable el fallo en la unión entre los túbulos contorneados y los túbulos colectores en desarrollo. La acumulación de orina en los túbulos proximales desencadena la formación de **quistes por retención**.

Riñón pélvico

El riñón pélvico se caracteriza por la detención del riñón en algún momento de su ascenso normal; habitualmente se encuentra en el borde circunferencial pélvico ([fig. 7-70](#)). Este tipo de riñón puede ser asintomático y funcionar de manera normal. No obstante, en caso de que el riñón ectópico desarrolle inflamación, puede conducir a diagnósticos equivocados debido a su localización anómala.

Riñón en herradura

El riñón en herradura se produce cuando, durante el desarrollo, los extremos caudales de ambos riñones se fusionan ([véase fig. 7-70](#)). Ambos riñones comienzan a ascender desde la pelvis, pero el puente que los conecta queda atrapado por detrás de la **arteria mesentérica inferior**, de manera que los riñones quedan ubicados en la pelvis inferior. Ambos uréteres se doblan a medida que pasan inferiormente sobre el puente de tejido renal, lo que produce **estasis urinaria**, que a su vez puede originar infección y formación de cálculos. La sección quirúrgica del puente corrige la anomalía.

Doble riñón unilateral

Existe la posibilidad de que uno de los riñones sea doble y contenga uréteres y vasos sanguíneos independientes. En los casos de doble riñón unilateral, el esbozo ureteral de uno de los lados cruza la línea media a medida que asciende, y su polo superior se fusiona con el polo inferior del riñón correctamente ubicado ([véase fig. 7-70](#)). De nuevo, la angulación del uréter puede provocar estasis urinaria y puede requerirse tratamiento quirúrgico.

Riñón en roseta

Los dos riñones pueden unirse por sus hilios, y habitualmente permanecen en la pelvis. Así, ambos riñones forman una roseta ([véase fig. 7-70](#)). Este fenómeno es el resultado de la fusión temprana de los dos esbozos ureterales en la pelvis.

Arterias renales supernumerarias

Las arterias supernumerarias son relativamente frecuentes. Representan casos de arterias renales fetales persistentes, que crecen en secuencia desde la aorta para irrigar el riñón conforme asciende desde la pelvis. Este fenómeno tiene gran relevancia clínica debido a que una arteria supernumeraria puede cruzar la unión pelviureteral y obstruir el flujo de orina, lo que causa dilatación de los cálices y la pelvis, una anomalía conocida como **hidronefrosis** ([véase fig. 7-70](#)).

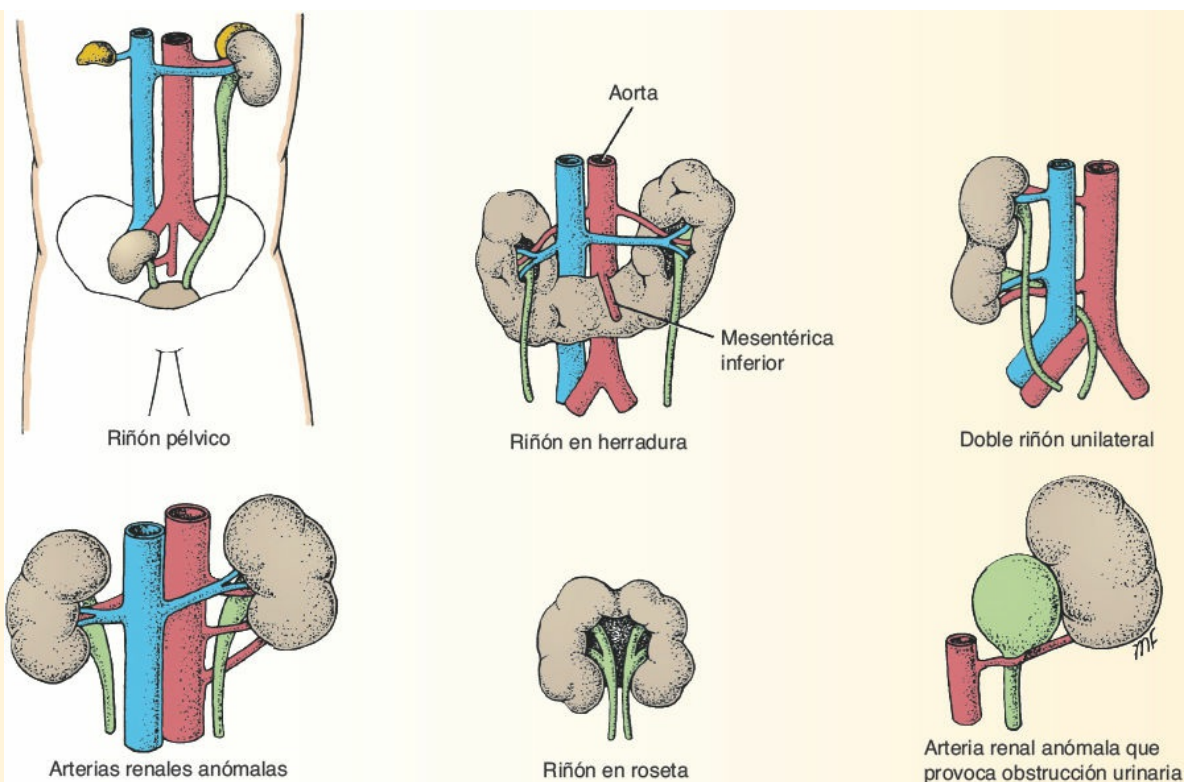


Figura 7-70 Algunas anomalías renales congénitas.

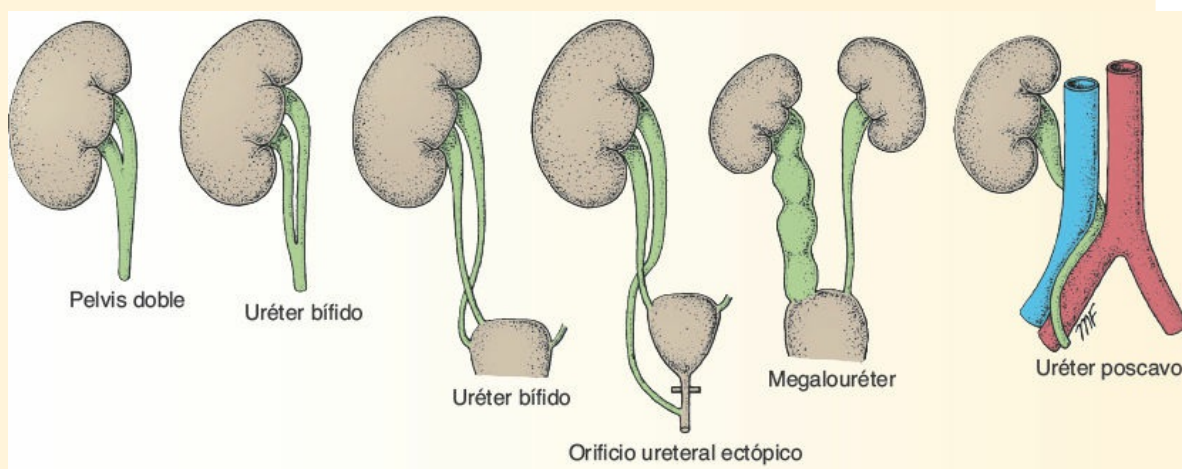


Figura 7-71 Algunas anomalías ureterales congénitas.

Pelvis doble

La pelvis doble del uréter suele ser unilateral ([fig. 7-71](#)). La pelvis superior es pequeña y drena el grupo superior de cálices; la pelvis inferior, de mayor tamaño, drena los grupos de cálices medio e inferior. Ello provoca división prematura del esbozo ureteral cerca de su extremo terminal.

Uréter bífido

En el uréter bífido, ambos conductos se unen en el tercio inferior de su trayecto; pueden desembocar a través de un orificio común, o de manera independiente, en la vejiga ([véase fig. 7-71](#)). Cuando desembocan independientemente, uno de los uréteres cruza sobre el otro y puede producir obstrucción urinaria. La causa del uréter bífido es la división prematura del esbozo ureteral.

Las casos de pelvis doble o uréteres dobles se identifican incidentalmente durante estudios radiológicos de las vías urinarias. Estos pacientes son más propensos a desarrollar infecciones o

cálculos en comparación con las personas con uréteres normales.

Megalouréter

El megalouréter puede ser unilateral o bilateral, y se caracteriza por la ausencia completa de motilidad (véase [fig. 7-71](#)). La causa es desconocida. Como consecuencia de la estasis urinaria, el uréter es propenso a infecciones. Se requiere cirugía plástica para mejorar la tasa de drenaje.

Uréter poscavo

El uréter derecho puede ascender posterior a la vena cava inferior y ser obstruido por esta (véase [fig. 7-71](#)). El tratamiento de elección es la derivación quirúrgica del uréter con la reimplantación del extremo distal en la vejiga.

GLÁNDULAS SUPRARRENALES

Las glándulas suprarrenales son dos órganos retroperitoneales de tono amarillento que se localizan en los polos superiores de los riñones ([fig. 7-72](#)). Están rodeados de fascia renal, pero se separan de los riñones por la grasa perirrenal (cápsula adiposa). Ambas glándulas tienen una **corteza** amarilla y una **médula** marrón oscuro.

La corteza de las glándulas suprarrenales secreta hormonas que incluyen **mineralocorticoides** (a cargo del control del equilibrio hidroelectrolítico), **glucocorticoides** (responsables del control del metabolismo de los hidratos de carbono), grasas, proteínas y pequeñas cantidades de hormonas sexuales (que probablemente tengan un papel en el desarrollo prepuberal de los órganos sexuales). La médula de las glándulas suprarrenales secreta las catecolaminas **adrenalina** y **noradrenalina**.

Localización y descripción

La **glándula suprarrenal derecha** es piramidal y cubre el polo superior del riñón derecho (véanse [figs. 7-5](#) y [7-22](#)). Se localiza posterior al lóbulo derecho del hígado y se extiende medialmente por detrás de la vena cava inferior. Descansa posteriormente sobre el diafragma.

La **glándula suprarrenal izquierda** tiene forma de media luna y se extiende a lo largo del borde medial del riñón izquierdo desde el polo superior hasta el hilio. Yace posterior al páncreas, el saco menor (bolsa omental) y el estómago; descansa posteriormente sobre el diafragma.

Vascularización

Las glándulas son irrigadas por diversas arterias. Los tres vasos típicos son las arterias suprarrenal superior (rama de la arteria frénica inferior), suprarrenal media (rama de la aorta) y suprarrenal inferior (rama de la arteria renal).

Una vena única emerge desde el hilio de cada glándula y drena en la **vena cava inferior** (derecha) y la **vena renal** (izquierda).

Drenaje linfático

La linfa drena en los **nódulos aórticos laterales** (linfáticos lumbares).

Inervación

Las glándulas son inervadas por las fibras simpáticas preganglionares derivadas de los **nervios esplácnicos**. La mayoría de los nervios finalizan en la médula de la glándula.

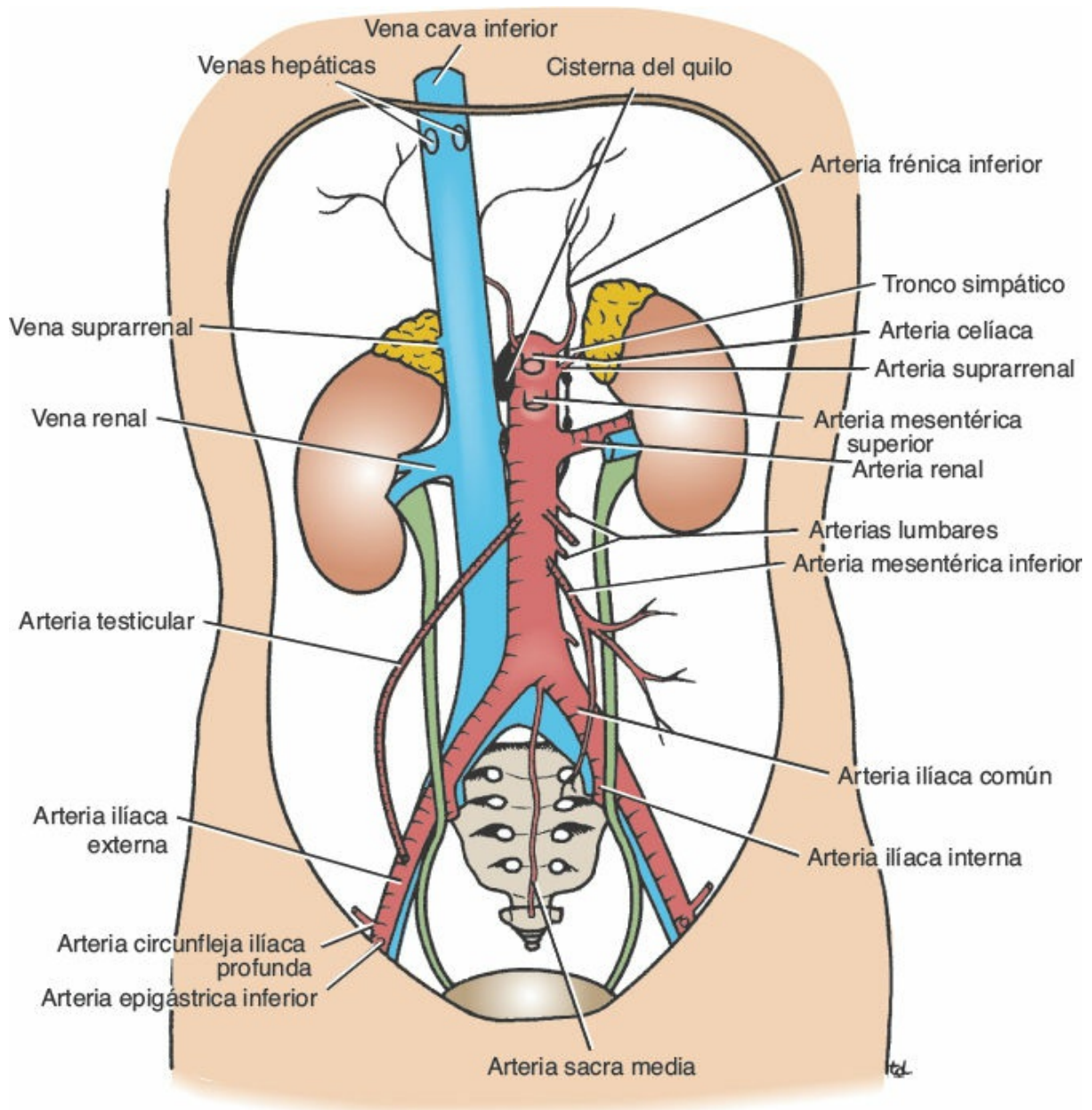


Figura 7-72 Aorta y vena cava inferior.



Notas clínicas

Síndrome de Cushing

La **hiperplasia suprarrenal cortical** es la causa más frecuente de síndrome de Cushing. Las manifestaciones clínicas de este síndrome incluyen cara en forma de luna llena, obesidad troncal, crecimiento excesivo de vello (hirsutismo) e hipertensión. Si el síndrome se presenta en etapas tardías de la vida, puede producir un adenoma o carcinoma de la corteza.

Enfermedad de Addison

La **insuficiencia suprarrenal** (enfermedad de Addison) se caracteriza clínicamente por aumento de pigmentación, debilidad muscular, pérdida de peso e hipotensión; puede ser consecuencia de destrucción tuberculosa o atrofia bilateral de las cortezas.

Feocromocitoma

El feocromocitoma es un tumor de la médula suprarrenal que produce hipertensión paroxística o continua. Los signos y síntomas se deben a la producción de una gran cantidad de catecolaminas, que se vierten hacia la circulación.

Debido a su posición en la pared posterior del abdomen, únicamente es posible palpar algunos de los tumores de las glándulas suprarrenales. La tomografía computarizada resulta de utilidad para visualizar crecimientos glandulares. No obstante, al interpretar las tomografías, debe recordarse la estrecha relación de las glándulas suprarrenales con los pilares del diafragma.

Relevancia quirúrgica de la fascia renal

Las glándulas suprarrenales, junto con los riñones, se localizan dentro de la fascia renal. No obstante, las glándulas suprarrenales se hallan en un compartimento separado, lo que permite que ambos órganos puedan separarse fácilmente durante una cirugía.



Notas embriológicas

Desarrollo de las glándulas suprarrenales

La **corteza** se desarrolla desde el mesotelio celómico que reviste la pared posterior del abdomen. En primer lugar, se forma la corteza fetal; después, se cubre por una corteza final secundaria. Después del nacimiento, la corteza fetal involuciona; este fenómeno prácticamente se completa en las primeras semanas de vida.

La **médula** está formada por las **células simpaticocromafines** de la cresta neural. Estas células invaden el lado medial de la corteza. Por medio de este fenómeno, la médula pasa a ubicarse centralmente, y se distribuye en cordones y grupos. Las fibras nerviosas preganglionares simpáticas crecen en la médula e influyen en la actividad de las células medulares.

Susceptibilidad a traumatismos durante el nacimiento

Las glándulas suprarrenales son relativamente grandes al momento del nacimiento debido a la presencia de la corteza fetal. Después, cuando esta parte de la corteza involuciona, el tamaño de la glándula se reduce. Durante el proceso de involución, la corteza es frágil (friable) y susceptible al daño y hemorragia grave.

PARED POSTERIOR DEL ABDOMEN

La pared posterior del abdomen contiene elementos óseos (costillas inferiores, vértebras lumbares y partes de la pelvis), grandes músculos (psoas, iliaco,

cuadrado lumbar, transverso del abdomen), partes de las vías urinarias, partes del tubo digestivo (duodeno, colon ascendente y descendente) y grandes redes neurovasculares. Esta sección se centra en las estructuras neurovasculares debido a sus relaciones con la pared posterior y con el contenido de la cavidad abdominal.

Arterias de la pared posterior del abdomen

Las arterias principales de la pared posterior del abdomen son la aorta, las arterias ilíacas comunes y las arterias ilíacas externas. Las arterias ilíacas internas se localizan en la cavidad pélvica.

Aorta

La aorta entra en el abdomen a través de la abertura (hiato) aórtica del diafragma, anterior a la vértebra T12 (véase [fig. 7-72](#)). Desciende posterior al peritoneo en la cara anterior de los cuerpos de las vértebras lumbares. A nivel de la vértebra L4, se divide en las dos **arterias ilíacas comunes**. En su lado derecho, se localizan la vena cava inferior, la cisterna del quilo y el comienzo de la vena ácigos. En su lado izquierdo se halla el tronco simpático izquierdo. Las proyecciones superficiales de la aorta se muestran en la [figura 7-73](#).

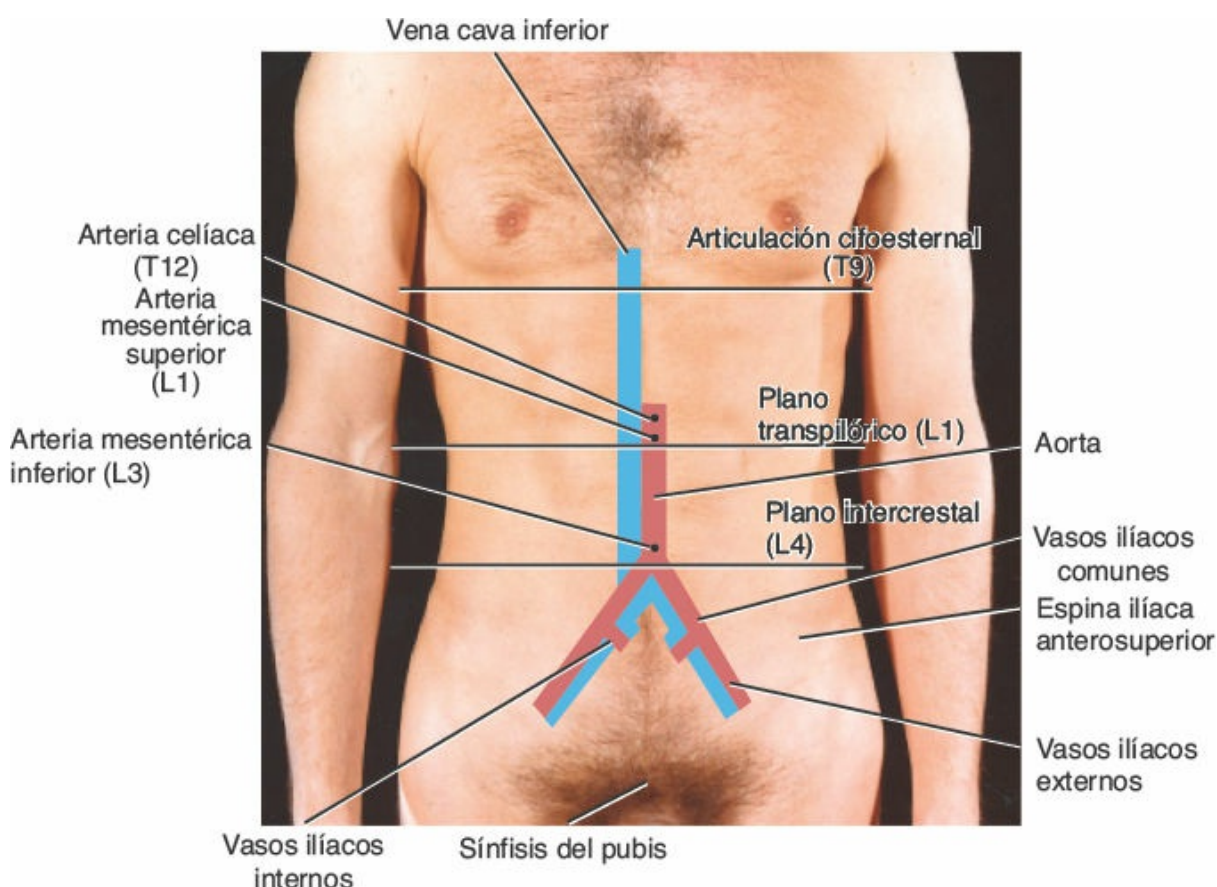


Figura 7-73 Proyecciones superficiales de la aorta y sus ramas, y la aorta abdominal sobre la pared anterior del abdomen.

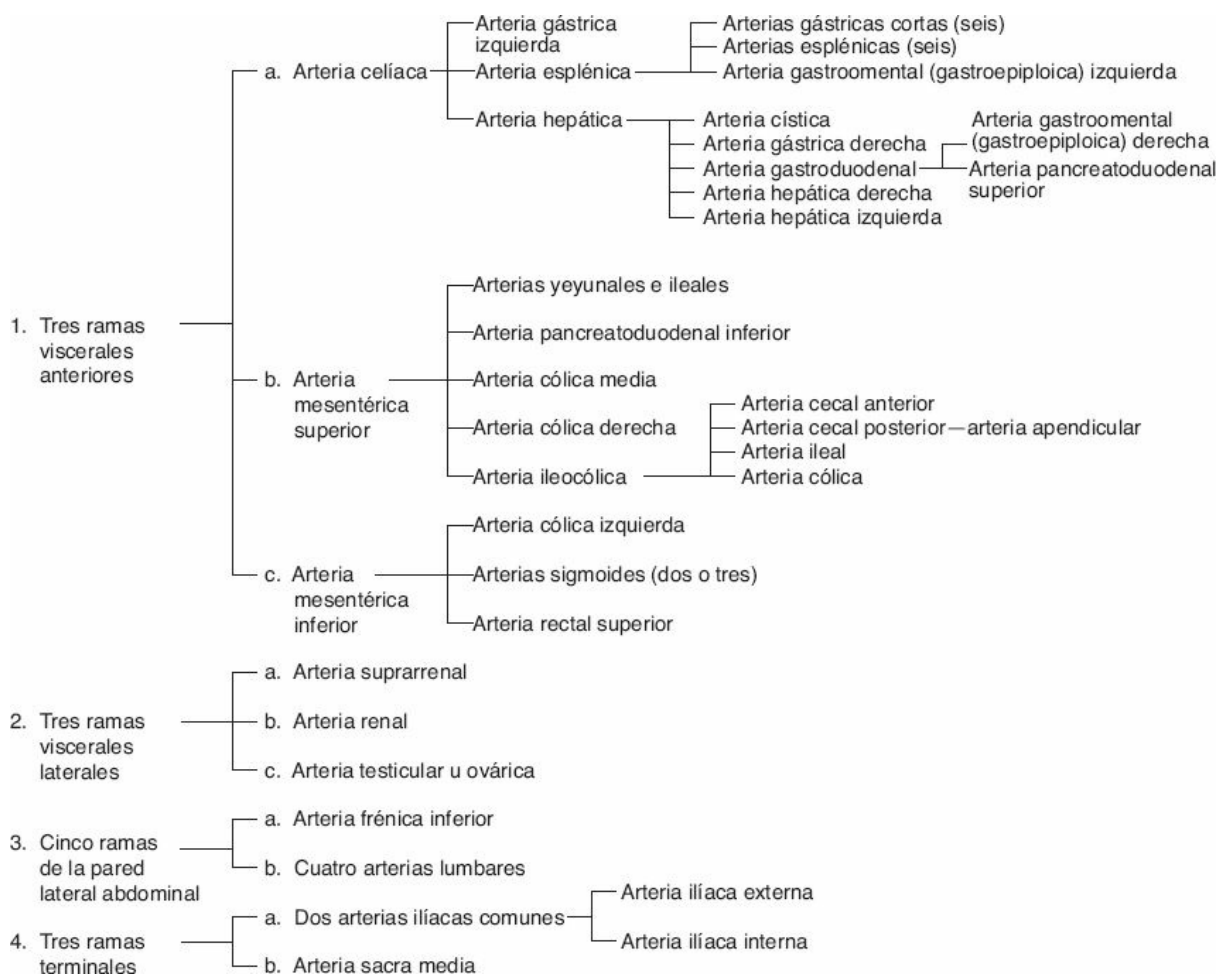


Diagram 7-1 Ramas de la aorta abdominal.

Ramas (resumidas en la fig. 7-72 y el diagrama 7-1)

- **Tres ramas viscerales anteriores.** La arteria celíaca, la arteria mesentérica superior y la arteria mesentérica inferior.
- **Tres ramas viscerales laterales.** La arteria suprarrenal, la arteria renal y la arteria ovárica o testicular.
- **Cinco ramas de la pared lateral del abdomen.** La arteria frénica inferior y cuatro arterias lumbares.
- **Tres ramas terminales.** Dos arterias ilíacas comunes y la arteria sacra media.

Arterias ilíacas comunes

Las arterias ilíacas comunes derecha e izquierda son dos ramas terminales de la aorta. Se originan a nivel de la vértebra L4 y se proyectan inferolateralmente a lo largo del borde medial del músculo psoas (véanse [figs. 7-63](#) y [7-72](#)). Cada una de las arterias finaliza por delante de la articulación sacroilíaca al dividirse en las **arterias ilíacas interna** y **externa**. Cada uréter cruza la cara anterior de la arteria ilíaca común en su bifurcación (véase [fig. 7-72](#)).

Arteria ilíaca externa

La arteria ilíaca externa discurre sobre el borde medial del psoas, siguiendo el borde circunferencial pélvico (véase [fig. 7-63](#)). Origina las **ramas ilíacas epigástrica** y **circunfleja profunda** (véase [fig. 7-72](#)). La arteria entra en el muslo inferior al ligamento inguinal para formar la **arteria femoral**.

La arteria epigástrica inferior emerge inmediatamente superior al ligamento inguinal. Se proyecta superomedialmente a lo largo del borde medial del anillo inguinal profundo (véase [fig. 6-11](#)) y entra en la vaina de los rectos posterior al músculo recto del abdomen. La arteria circunfleja ilíaca profunda surge cerca de la arteria epigástrica inferior (véase [fig. 7-72](#)); asciende lateralmente hacia la espina ilíaca anterosuperior y la cresta ilíaca, por lo que irriga los músculos de la pared anterior del abdomen.

Arteria ilíaca interna

La arteria ilíaca interna se proyecta inferiormente hacia la pelvis, anterior a la articulación sacroilíaca (véase [fig. 7-72](#)). El resto de su trayecto se describe en el [capítulo 8](#).



Notas clínicas

Aneurisma aórtico

Suelen presentarse dilataciones localizadas o difusas de la porción abdominal de la aorta (aneurismas) por debajo del origen de las arterias renales. La mayoría de los casos se deben a aterosclerosis, que causa debilitamiento de la pared arterial, y aparecen sobre todo en hombres mayores. Los grandes aneurismas deben recibir tratamiento quirúrgico abierto. La reparación endovascular también es un método útil que consiste en introducir una endoprótesis cubierta (*stent graft*) a través de una arteria femoral a través de la ingle y dirigirla superiormente por las arterias ilíacas común y externa hasta llegar a la aorta.

Bloqueo embólico de la aorta abdominal

La bifurcación de la aorta abdominal donde su luz se estrecha repentinamente puede obstruirse a causa de un émbolo procedente del corazón. Ello provoca isquemia grave de los miembros inferiores.

Venas de la pared posterior del abdomen

La vena cava inferior es la vena principal de la pared posterior del abdomen. No obstante, muchas de sus tributarias también tienen relaciones estrechas con la pared posterior.

Vena cava inferior

La vena cava inferior transporta la mayor parte de la sangre del cuerpo por debajo del diafragma hacia el atrio derecho del corazón. Está formada por la unión de las **venas ilíacas comunes** por detrás de la arteria ilíaca común derecha a nivel de la vértebra L5 (véase [fig. 7-72](#)). Asciende por el lado derecho de la aorta, penetra el tendón central del diafragma a nivel de la vértebra T8, y drena

hacia el atrio derecho del corazón.

El tronco simpático derecho yace posterior a su borde derecho, y el uréter derecho yace próximo al mismo. La entrada al saco menor separa la vena cava inferior de la vena porta (véase [fig. 7-7](#)).

En la [figura 7-73](#) se muestran las proyecciones superficiales de la vena cava inferior.

Tributarias

Las tributarias de la vena cava inferior se resumen en la [figura 7-72](#) y el [diagrama 7-2](#). Recuérdese que el flujo venoso de la porción abdominal del tubo digestivo drena hacia el hígado a través de las tributarias de la vena porta. Las venas suprarrenal y testicular u ovárica izquierdas drenan primero en la vena renal izquierda, por lo que las tributarias de la vena cava inferior se corresponden estrechamente con las ramas de la porción abdominal de la aorta.

- **Dos tributarias viscerales anteriores.** Las dos venas hepáticas.
- **Tres tributarias viscerales laterales.** La vena suprarrenal derecha (la vena izquierda drena en la vena renal izquierda), las venas renales y la vena ovárica o testicular derechas (la vena izquierda drena en la vena renal izquierda).
- **Cinco tributarias de la pared lateral del abdomen.** La vena frénica inferior y cuatro venas lumbares.
- **Tres venas de origen.** Dos venas ilíacas comunes y la vena sacra media.

1. Dos tributarias viscerales anteriores—las venas hepáticas

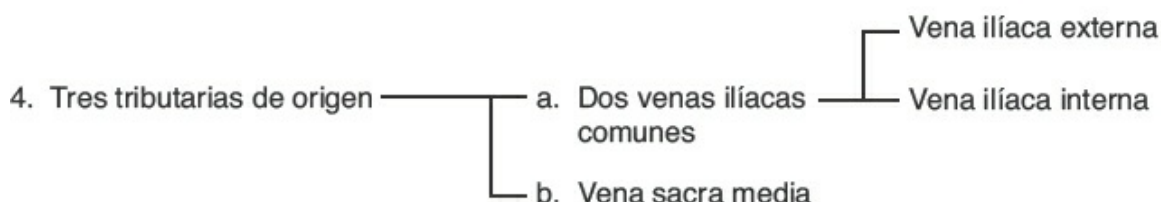
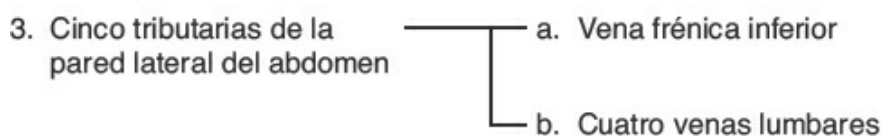
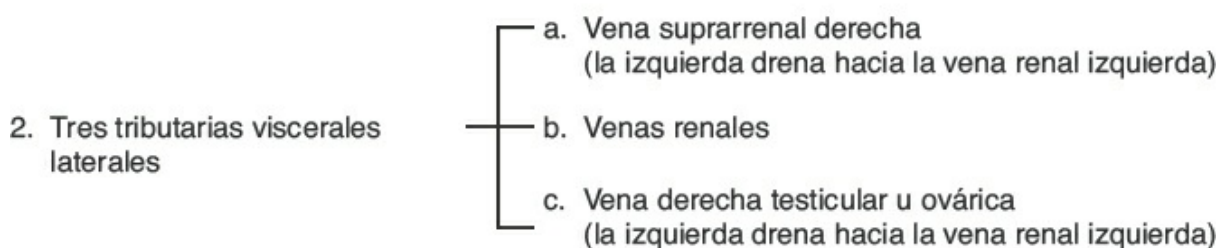


Diagram 7-2 Tributarias de la vena cava inferior.

Vena mesentérica inferior

La vena mesentérica inferior es una tributaria de la circulación portal. Comienza en la mitad del canal anal como la **vena rectal superior** (véanse [figs. 7-22, 7-26](#)

y 7-48). Ascende por la pared posterior del abdomen sobre el lado izquierdo de la arteria mesentérica inferior y la flexura duodenoyeyunal para unirse con la vena esplénica detrás del páncreas. Recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria.

Vena esplénica

La vena esplénica es una tributaria de la circulación portal. Comienza en el hilio del bazo por la unión de diversas venas y, a continuación, se le unen las **venas gástrica corta y gastrointestinal izquierda** (véanse figs. 7-22 y 7-48). Se dirige a la derecha dentro del ligamento esplenorrenal y discurre posterior al páncreas. Se une a la vena mesentérica superior por detrás del cuello del páncreas para formar la **vena porta**. Posteriormente, se le unen las venas del páncreas y mesentérica inferior.

Vena mesentérica superior

La vena mesentérica superior es una tributaria de la circulación portal (véanse figs. 7-22, 7-26 y 7-48). Comienza en la unión ileocecal y asciende sobre la pared posterior del abdomen dentro de la raíz del mesenterio del intestino delgado y sobre el lado derecho de la arteria mesentérica superior. Pasa anterior a la tercera porción del duodeno y posterior al cuello del páncreas, donde se une con la **vena esplénica** para formar la **vena porta**. Recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria mesentérica superior; también recibe las venas pancreatoduodenal inferior y gastrointestinal (gastroepiploica) derecha (véase fig. 7-22).

Vena porta

La vena porta ya se ha descrito anteriormente en este capítulo.



Notas clínicas

Traumatismo de la aorta abdominal

Los traumatismos contusos de la aorta se deben sobre todo a accidentes de tránsito frontales. La rotura de las tunicas íntima y media rápidamente se sigue de la rotura de la túnica adventicia. La rotura inicial de la íntima y la media probablemente se deban a la compresión repentina de la aorta contra la columna vertebral, mientras que la rotura posterior de la adventicia se debe a la presión de la sangre aórtica. El paciente muere rápidamente a menos que se realice el diagnóstico oportuno a través de una resonancia magnética (RM) y se implemente el tratamiento.

Obliteración de la aorta abdominal y las arterias ilíacas

La obstrucción gradual de la bifurcación de la aorta abdominal, debido a aterosclerosis, conduce a los síntomas clínicos característicos de dolor en las piernas al caminar (**claudicación**) e impotencia, que se debe a la escasez de sangre en las arterias ilíacas internas. En las personas sanas, debe considerarse el tratamiento quirúrgico a través de tromboendarterectomía o derivación vascular. Debido a que el progreso de la enfermedad es lento, se origina una cierta circulación colateral, pero esta no es fisiológicamente adecuada. No obstante, la circulación colateral sí previene la muerte de tejidos en ambos miembros inferiores, si bien pueden originarse úlceras cutáneas.

La circulación colateral de la aorta abdominal se muestra en la [figura 7-74](#).

Traumatismo de la vena cava inferior

Las lesiones de la vena cava inferior habitualmente son mortales, a pesar de que la sangre en su interior se halla a baja presión. La inaccesibilidad anatómica del vaso por detrás del hígado, el duodeno y el mesenterio del intestino delgado, así como la presencia del arco costal derecho, dificultan el abordaje quirúrgico. Además, la delgada pared de la vena cava la hace susceptible a desgarros.

Como consecuencia de las diversas anastomosis de las tributarias de la vena cava inferior ([fig. 7-75](#)), es imposible ligar el vaso en caso de urgencia. La mayoría de los pacientes presentan congestión venosa en los miembros inferiores.

Compresión de la vena cava inferior

El crecimiento del útero suele comprimir la vena cava inferior durante las últimas etapas del embarazo. Ello produce edema en los tobillos y pies, así como venas varicosas transitorias.

Los tumores retroperitoneales malignos pueden provocar compresión grave y, después, obstrucción de la vena cava inferior. Este fenómeno provoca la dilatación de las múltiples anastomosis de sus tributarias (*véase fig. 7-75*). Esta vía alternativa para el retorno de sangre al atrio derecho del corazón suele conocerse como *derivación cava-cava*. Esta misma vía se observa en pacientes con un tumor mediastínico superior que comprime la vena cava superior. Durante la exploración física de la pared toracoabdominal, es posible visualizar anastomosis dilatadas entre la vena torácica lateral (tributaria de la vena axilar) y la vena epigástrica superficial (tributaria de la vena femoral).

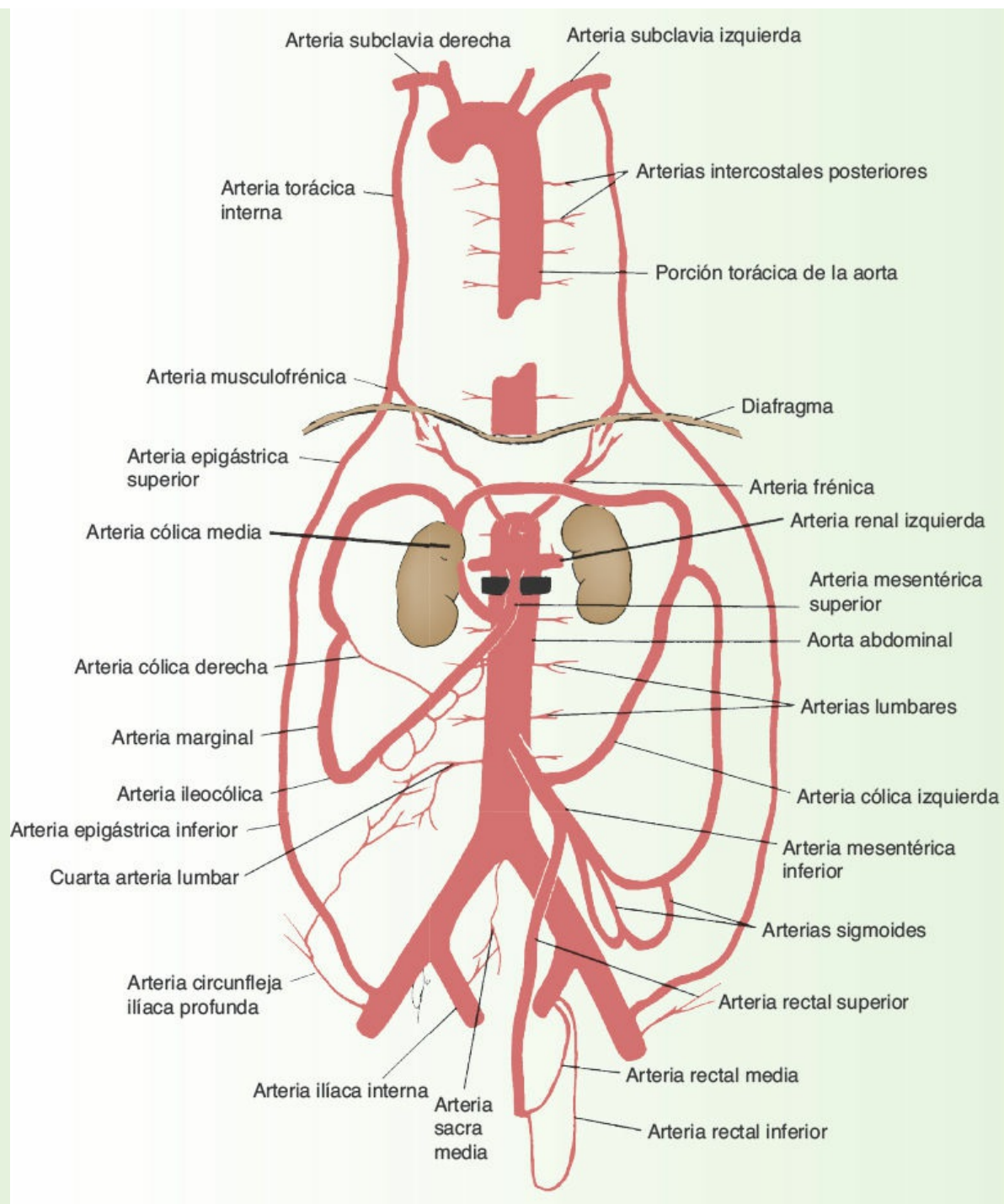


Figura 7-74 Circulación colateral de la aorta abdominal. Obsérvese la gran dilatación de las arterias mesentéricas y sus ramas, que se desarrolla si la aorta se bloquea lentamente por debajo del nivel de las arterias renales (*línea negra*).

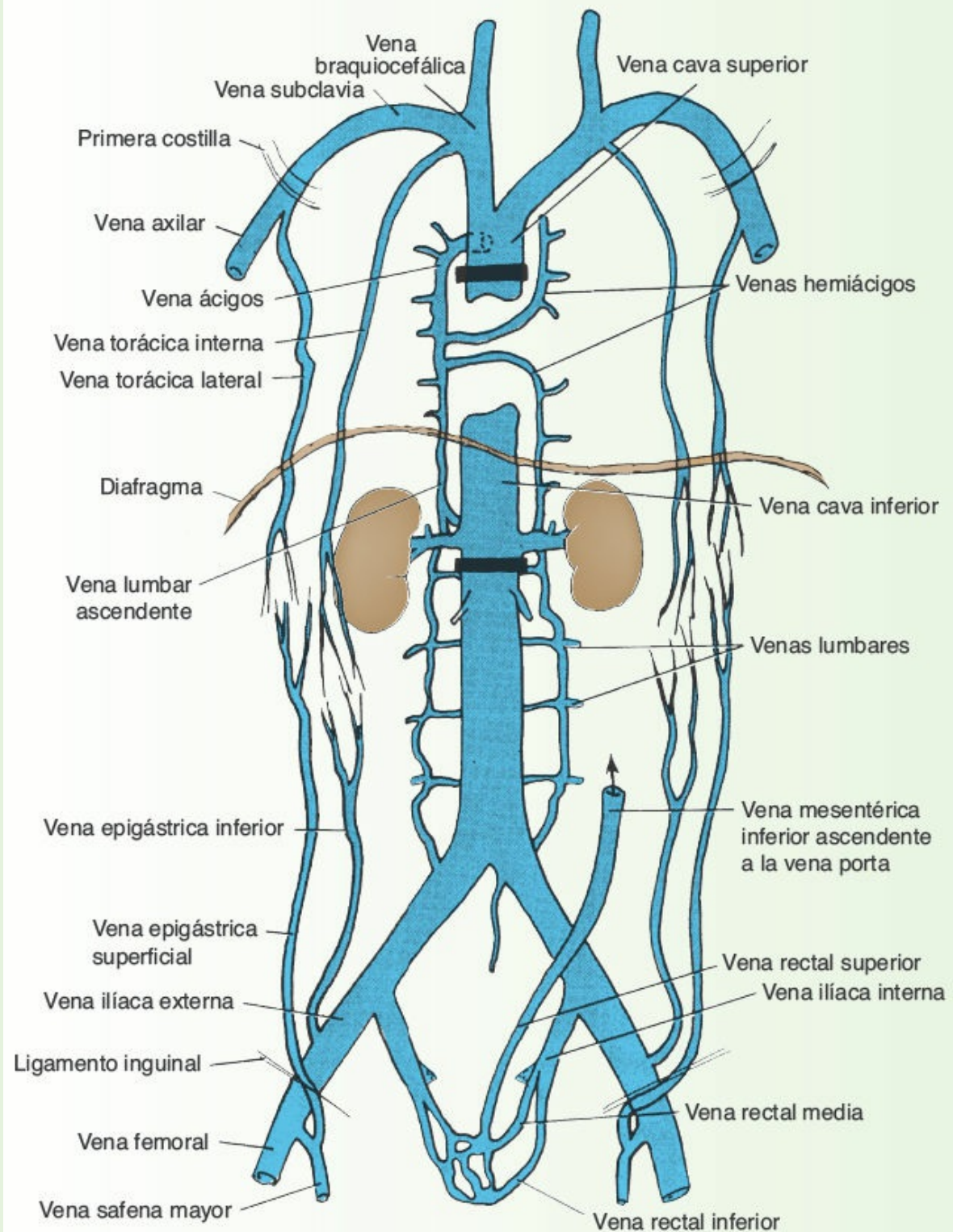


Figura 7-75 Posible circulación colateral de las venas cava superior e inferior. Obsérvense las vías alternativas existentes para el retorno sanguíneo hacia el atrio derecho del corazón en caso de bloqueo de la vena cava superior por debajo del nivel de la vena ácigos (*línea negra superior*). Existen vías similares en los casos de bloqueo de la vena cava inferior por debajo de la pelvis renal (*línea negra inferior*). Nótese también las conexiones existentes entre la circulación portal y las venas sistémicas en el canal anal.

Vasos linfáticos de la pared posterior del abdomen

Los nódulos linfáticos están íntimamente relacionados con la aorta y forman las cadenas **preaórtica** y **aórticas laterales derecha e izquierda** (**paraaórticas o lumbares**) (fig. 7-76).

Los **nódulos linfáticos preaórticos** se localizan alrededor de los orígenes de las arterias celiaca, mesentérica superior y mesentérica inferior; suelen denominarse ***nódulos linfáticos celíacos***, ***mesentéricos superiores*** y ***mesentéricos inferiores***. Drenan la linfa desde el tubo digestivo, extendiéndose desde el tercio inferior del esófago hasta la mitad del canal anal, y desde el bazo, el páncreas, la vesícula biliar y la mayor parte del hígado. Los vasos linfáticos eferentes componen el tronco intestinal mayor (véase fig. 1-29 y a continuación).

Los **nódulos linfáticos aórticos laterales (paraaórticos o lumbares)** drenan la linfa desde los riñones y las glándulas suprarrenales; desde los ovarios (o testículos), las trompas uterinas y el fondo del útero; desde los vasos linfáticos profundos de las paredes abdominales; y desde los nódulos linfáticos ilíacos comunes. Los vasos linfáticos eferentes componen los **troncos lumbares derecho e izquierdo**.

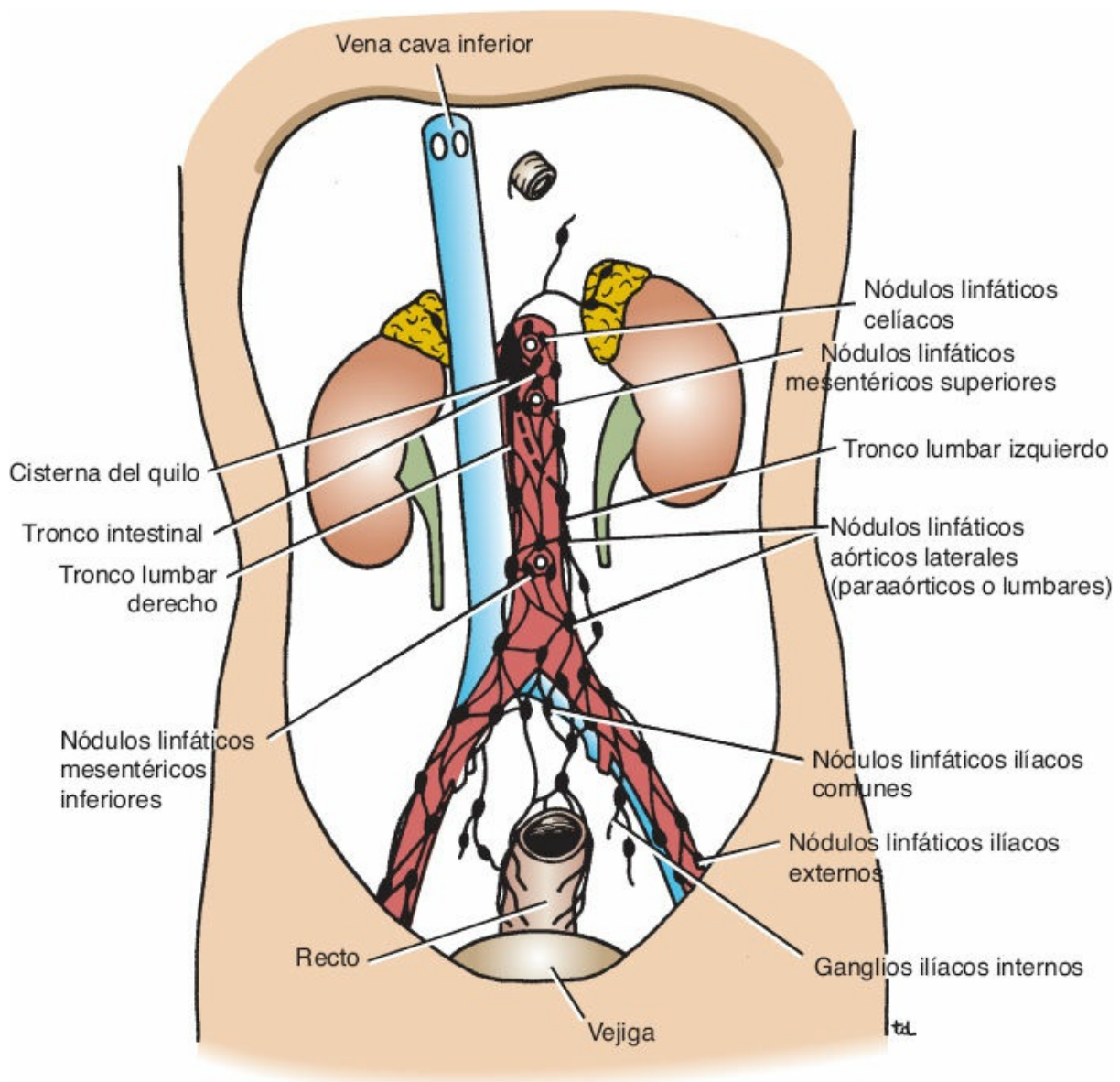


Figura 7-76 Vasos y nodulos linfáticos en la pared posterior del abdomen.

El **conducto torácico** comienza en el abdomen como un saco linfático alargado, la **cisterna del quilo**. Se localiza inmediatamente inferior al diafragma, anterior a las primeras dos vértebras lumbares y en el lado derecho de la aorta (véase [fig. 7-76](#)). La cisterna del quilo recibe al tronco intestinal, los troncos lumbares derecho e izquierdo y algunos pequeños vasos linfáticos que descienden desde la parte inferior del tórax.

Nervios de la pared posterior del abdomen

Los plexos lumbares y sus ramos, la cadena simpática y sus ramos, así como los plexos aórticos, componen extensas redes nerviosas de la pared posterior.

Plexo lumbar

Los ramos anteriores de los cuatro nervios lumbares superiores forman el plexo

lumbar (una de las principales vías que inervan el miembro inferior) en el músculo psoas ([fig. 7-77](#) y [tabla 7-1](#)). Los ramos anteriores emiten **ramos comunicantes grises** al tronco simpático, mientras que los dos ramos superiores reciben **ramos comunicantes blancos** desde el tronco simpático. Las ramas del plexo emergen de los bordes medial y lateral del músculo y desde su cara anterior.

Los **nervios iliohipogástrico, ilioinguinal, nervio cutáneo femoral lateral y femoral** salen del borde lateral del músculo psoas, en este orden de superior a inferior ([véase fig. 7-34](#)). Los nervios iliohipogástrico e ilioinguinal (L1) cruzan el músculo cuadrado lumbar y entran en las paredes abdominales lateral y anterior ([véase cap. 6](#), la sección sobre nervios de la pared anterior del abdomen). El nervio cutáneo femoral lateral cruza la fosa ilíaca anterior al músculo ilíaco y entra en el muslo posterior al extremo lateral del ligamento inguinal. El nervio femoral (L2-L4) es la mayor rama del plexo lumbar. Se proyecta inferolateralmente entre los músculos psoas e ilíaco, y entra en el muslo por detrás del ligamento inguinal y lateral a los vasos femorales y la vaina femoral. En el abdomen, inerva el músculo ilíaco.

El **nervio obturador** y la cuarta raíz lumbar del **tronco lumbosacro** emergen del borde medial del músculo psoas en el borde circunferencial pélvico. El nervio obturador (L2-L4) cruza dicho borde anterior a la articulación sacroilíaca y posterior a los vasos ilíacos comunes. Abandona la pelvis al pasar a través del foramen obturador hacia el muslo. La cuarta raíz lumbar del tronco lumbosacro participa en la formación del plexo sacro ([véase cap. 8](#)). Desciende anterior al ala del sacro y se une con el primer nervio sacro.

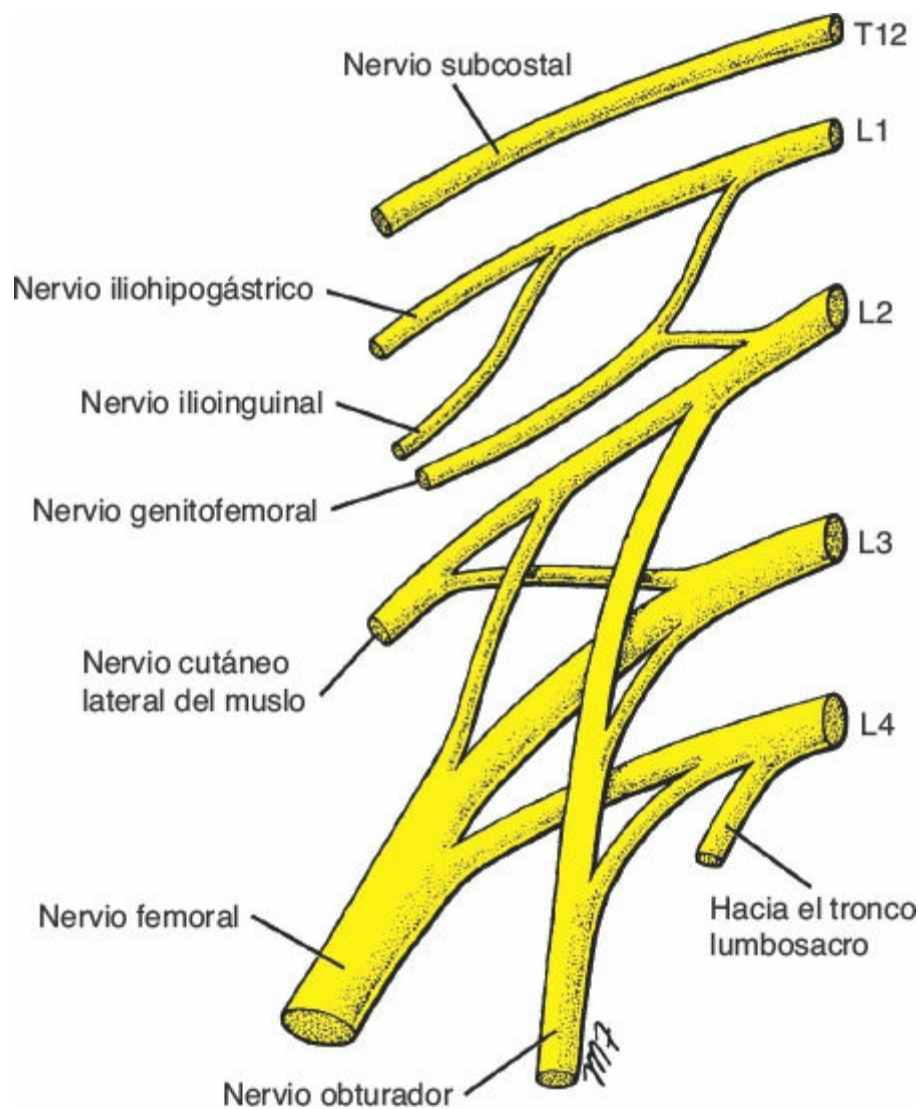


Figura 7-77 Plexo lumbar nervioso.

El **nervio genitofemoral** (L1-L2) emerge en la cara anterior del psoas. Se proyecta inferiormente por delante del músculo y se divide en un **ramo genital**, que entra en el cordón espermático e inerva el músculo cremáster, y un **ramo femoral**, que inerva una pequeña área de piel en el muslo. Esta es la vía nerviosa implicada en el **reflejo cremastérico**, en el que la estimulación de la piel del muslo en los hombres desencadena la contracción refleja del músculo cremáster, con el consecuente ascenso de los testículos dentro del escroto.

Tronco simpático (porción abdominal)

La porción abdominal del tronco simpático es continua superiormente con la porción torácica, e inferiormente con la porción pélvica del tronco simpático. Discurre inferiormente a lo largo del borde medial del músculo psoas en los cuerpos de las vértebras lumbares (fig. 7-78). Entra en el abdomen desde detrás del ligamento arcuato y entra en la pelvis pasando por detrás de los vasos ilíacos comunes. El **tronco simpático derecho** se localiza posterior al borde derecho de la vena cava inferior; el **tronco simpático izquierdo** se halla cerca del borde

izquierdo de la aorta. El tronco simpático posee cuatro o cinco ganglios dispuestos en segmentos; el primero y el segundo suelen estar fusionados.

Ramos

- Los **ramos comunicantes blancos** unen a los dos primeros ganglios de los dos primeros nervios espinales lumbares. Un ramo blanco contiene **fibras nerviosas preganglionares** y fibras nerviosas sensitivas aferentes.
- Los **ramos grises comunicantes** unen cada ganglio con un nervio espinal lumbar correspondiente. El ramo gris contiene **fibras nerviosas posganglionares**. Las fibras posganglionares se distribuyen a través de los ramos de los nervios espinales hacia los vasos sanguíneos, las glándulas sudoríparas y los músculos erectores del pelo de la piel (véase [cap. 1](#)).
- Las fibras se dirigen medialmente a los plexos simpáticos en la aorta abdominal y sus ramos (estos plexos también reciben fibras de los nervios esplácnicos y vagos).
- Las fibras se dirigen inferomedialmente por delante de los vasos ilíacos comunes hacia la pelvis, en donde, junto con ramos de los nervios simpáticos por delante de la aorta, forman un gran haz de fibras que se denomina **plexo hipogástrico superior** (véase [fig. 7-78](#)).

Tabla 7-1 Distribución y ramos del plexo lumbar

RAMOS	DISTRIBUCIÓN
Nervio iliohipogástrico	Oblicuo externo, oblicuo interno, transverso del abdomen en la pared anterior del abdomen; piel sobre la pared anterior del abdomen inferior y nalgas.
Nervio ilioinguinal	Oblicuo externo, oblicuo interno, transverso del abdomen en la pared anterior del abdomen; piel de la cara medial superior del muslo; raíz del pene y el escroto; monte del pubis y labios mayores.
Nervio cutáneo femoral lateral	Piel de las caras laterales y anterior del muslo.
Nervio genitofemoral (L1 y L2)	Músculo cremáster del escroto; piel sobre la cara anterior del muslo; vía nerviosa del reflejo cremastérico.
Nervio femoral (L2-L4)	Ilíaco, pectíneo, sartorio, cuádriceps; ramos cutáneos intermedios hacia la piel de la cara anterior del muslo y ramo safeno para la piel de la cara medial de la pierna y el pie; ramos articulares de las articulaciones de la cadera y la rodilla.
Nervio obturador (L2-L4)	Grácil, aductor corto, aductor largo, obturador externo, pectíneo, aductor mayor (porción aductora) y piel de la cara lateral del muslo; ramas articulares de las articulaciones de la cadera y la rodilla.
Ramos segmentarios	Cuadrado lumbar y psoas.

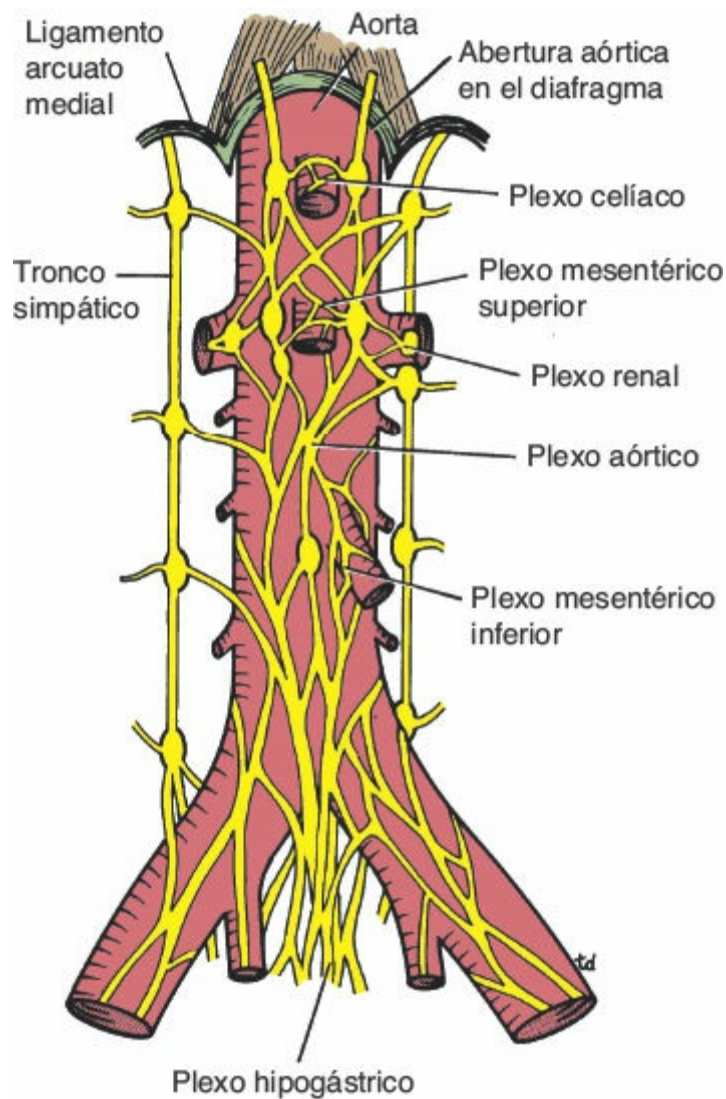


Figura 7-78 Aorta y plexos simpáticos relacionados.

Plexo aórtico

El **plexo aórtico**, un conjunto de nervios alrededor de la porción abdominal de la aorta, está compuesto por fibras simpáticas preganglionares y posganglionares, fibras parasimpáticas preganglionares y fibras viscerales aferentes. Los **plexos celíaco, renal, mesentérico superior y mesentérico inferior** están compuestos respectivamente por concentraciones regionales del plexo aórtico alrededor de las arterias celíaca, renal, mesentérica superior y mesentérica inferior.

El plexo celíaco consta principalmente de dos **ganglios celíacos** conectados por una gran red de fibras que rodea el origen de la arteria celíaca. Los ganglios reciben los **nervios esplácnicos mayor y menor** (fibras preganglionares simpáticas). Algunos ramos posganglionares acompañan a las ramas de la arteria celíaca, y las siguen a lo largo de su distribución. Las **fibras vagales** parasimpáticas también acompañan a las ramas de la arteria.

Los plexos mesentéricos renal y superior son más pequeños que el plexo celíaco. Se distribuyen a lo largo de las ramas de las arterias correspondientes. El plexo mesentérico inferior es similar, pero recibe fibras parasimpáticas de los

nervios parasimpáticos sacros.



Notas clínicas

Simpatectomía lumbar

La simpatectomía lumbar se realiza principalmente para producir la vasodilatación de las arterias del miembro inferior en pacientes con alteraciones vasoespásticas. Las fibras simpáticas preganglionares que inervan los vasos del miembro inferior emergen de la médula espinal en los segmentos T11-L2. Estas fibras hacen sinapsis en los ganglios lumbares y sacros de los troncos simpáticos. Las fibras posganglionares se unen con los nervios lumbares y sacros, y se distribuyen a los vasos del miembro como ramos de estos nervios. Otras fibras posganglionares pasan directamente desde los ganglios lumbares hacia las arterias ilíacas común y externa, pero a esta última solo la siguen hasta alcanzar el ligamento inguinal. En los hombres, la simpatectomía bilateral puede conducir a la pérdida de la fuerza de eyaculación; no obstante, no afecta la erección.

Dolor abdominal

Esta sección ofrece las bases anatómicas de diversas formas de dolor abdominal que se presentan en la práctica clínica. Existen tres formas distintas de dolor: **somático**, **visceral** y **referido**.

Dolor abdominal somático

El dolor abdominal somático en la pared del abdomen puede tener origen en desde la piel, los músculos y el peritoneo parietal. Puede ser intenso y muy localizado. Cuando el origen es a uno de los lados de la línea media, el dolor también se lateraliza. Los impulsos de dolor somático que provienen del abdomen llegan al sistema nervioso central a través de los siguientes nervios espinales:

- **Porción central del diafragma.** Nervio frénico (C3-C5).
- **Porción periférica del diafragma.** Nervios intercostales (T7-T11).
- **Pared anterior del abdomen.** Nervios torácicos (T7-T12) y el primer nervio lumbar.
- **Pared pélvica.** Nervio obturador (L2-L4).

El peritoneo parietal es extremadamente sensible; por lo tanto, no es de sorprender que se presente hipersensibilidad y dolor cutáneos, pues toda la pared del abdomen está inervada por los mismos nervios. Los reflejos locales que implican los mismos nervios provocan un fenómeno protector que consiste en el aumento del tono muscular de los músculos abdominales. Este aumento del tono y la rigidez, en ocasiones llamados *defensa*, es un intento de limitar y localizar el proceso inflamatorio.

El **dolor a la descompresión** ocurre en los casos de inflamación del peritoneo parietal. Cualquier movimiento del peritoneo inflamado. Incluso el movimiento que consiste en quitar la mano del explorador de un lugar distante al peritoneo afectado, produce dolor.

Las etapas tardías de la **apendicitis** constituyen ejemplos de dolor agudo, intenso y localizado que se origina en el peritoneo parietal. Se presenta hiperestesia cutánea, dolor y espasmo y rigidez musculares en el cuadrante inferior derecho de la pared anterior del abdomen. Una **úlcera péptica perforada**, en la que se irrita químicamente el peritoneo parietal, produce los mismos síntomas y signos, pero afecta a los cuadrantes derechos superior e inferior.

Dolor visceral abdominal

El dolor abdominal visceral se origina en los órganos del abdomen, el peritoneo visceral y los mesenterios. Las causas del dolor visceral incluyen contracción de una víscera o mesenterio, distensión de una víscera hueca, alteración del aporte sanguíneo (**isquemia**) de una víscera, y daño químico (secreciones gástricas ácidas) de una víscera o su peritoneo. El dolor que se origina en las vísceras abdominales es sordo y mal localizado. El dolor visceral es referido a la línea media, probablemente porque las vísceras se desarrollan embriológicamente como estructuras de la línea

media y reciben innervación bilateral; gran cantidad de órganos se lateralizan en fases del desarrollo, junto con sus vías nerviosas.

El **cólico** es una forma de dolor visceral en la que se produce la contracción intensa del músculo liso. Suele deberse a la obstrucción de la luz intestinal o al paso de un cálculo por los conductos biliares o los uréteres.

Diversas fibras viscerales aferentes que entran en la médula espinal participan en la actividad refleja. El dolor visceral suele acompañarse de sudoración, salivación, náuseas, vómitos y aumento de la frecuencia cardíaca.

Las sensaciones que se originan en las vísceras llegan al sistema nervioso a través de nervios aferentes que acompañan a los nervios simpáticos, y entran en la médula espinal por las raíces posteriores. La relevancia de esta vía se explica con más detalle a continuación.

Dolor referido

El *dolor referido* es la sensación dolorosa en una región distinta al lugar de origen del estímulo, pero en un área innervada por el mismo segmento o segmentos adyacentes de la médula espinal. Estructuras tanto somáticas como viscerales pueden producir dolor referido.

En el caso del **dolor somático referido**, la posible explicación es que los nervios de la estructura afectada y el área donde se percibe el dolor ascienden hacia el sistema nervioso central por una vía común, lo que impide que la corteza pueda diferenciar ambas ubicaciones. A continuación, se muestran algunos ejemplos de dolor somático referido. La pleuresía que afecta la porción inferior de la pleura parietal costal puede dar lugar a dolor referido en el abdomen, pues la parte inferior de la pleura recibe innervación sensitiva de los cinco nervios intercostales inferiores, que también inervan la piel y los músculos de la pared anterior del abdomen.

El dolor visceral del estómago suele ser referido al epigastrio (fig. 7-79). Las fibras dolorosas aferentes del estómago ascienden junto con los nervios simpáticos y pasan a través del plexo celiaco y los **nervios espláncnicos mayores**. Las fibras sensitivas entran en la médula espinal en los segmentos T5-T9 y provocan dolor referido en los dermatomas T5-T9, en la parte inferior del tórax y las paredes abdominales.

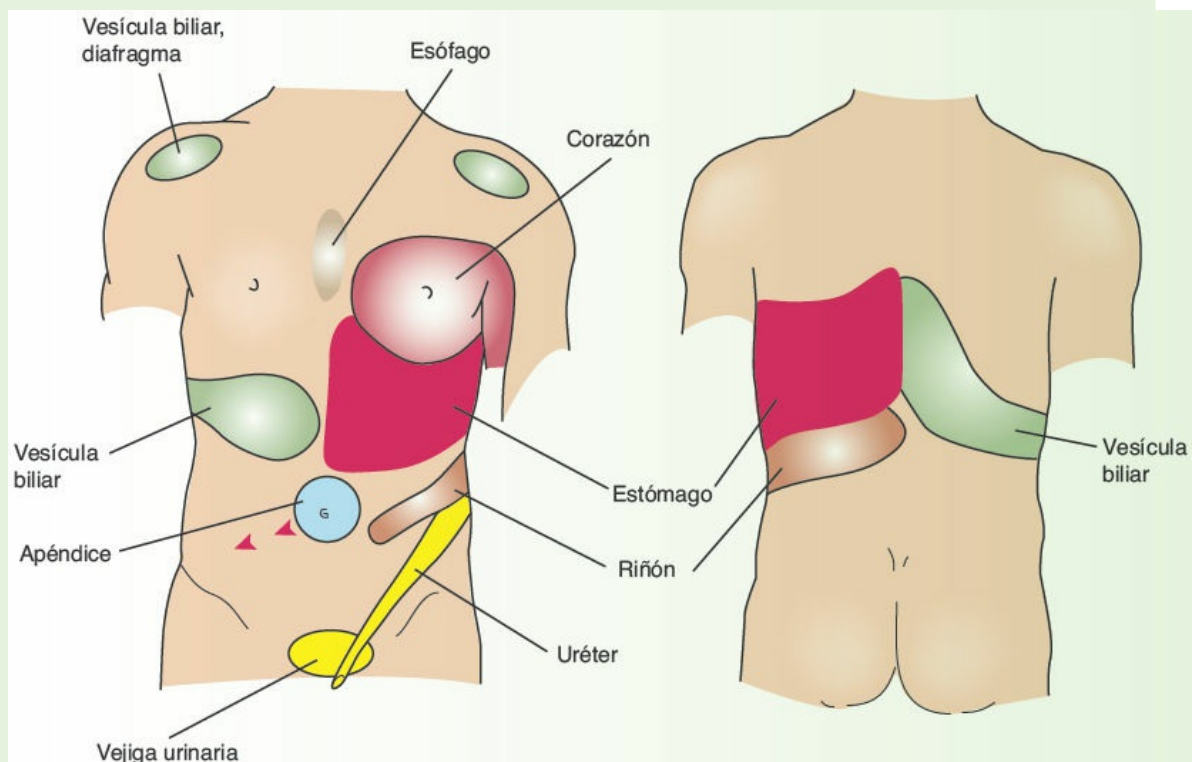


Figura 7-79 Algunas de las áreas de piel implicadas en el dolor visceral referido.

El dolor visceral del apéndice, originado por la distensión de su luz o el espasmo de su capa de músculo liso, viaja a través de fibras nerviosas que acompañan a los nervios simpáticos a lo largo

del plexo mesentérico superior y el **nervio esplácnico menor** a la médula espinal (segmento T10). El dolor referido inespecífico se percibe en la región del ombligo (dermatoma T10). Después, si el proceso inflamatorio afecta el peritoneo parietal, el cuadro clínico se caracteriza por dolor somático grave que se localiza en el cuadrante inferior derecho.

El dolor visceral de la vesícula biliar, como en los pacientes con **colecistitis** o **cálculos biliares**, viaja en las fibras nerviosas que acompañan los nervios simpáticos. Estos pasan a través del plexo celiaco y a los **nervios esplácnicos** mayores hacia la médula espinal (segmentos T5-T9). El dolor referido se percibe en los dermatomas (T5-T9), en la parte inferior del tórax y las paredes superiores del abdomen. Si el proceso inflamatorio se disemina para afectar el peritoneo parietal de la pared anterior del abdomen o el diafragma periférico, se percibe el dolor somático intenso en el cuadrante superior derecho y a lo largo del dorso por debajo del ángulo de la escápula. La afectación del peritoneo parietal diafragmático central, que está innervado por el nervio frénico (C3-C5), puede dar lugar a dolor referido en el hombro debido a que los nervios supraclaviculares (C3-C4) innervan la piel de esta área.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

La diversa naturaleza del contenido abdominal (desde estructuras firmes hasta otras con diversos grados de consistencia blanda) y la complejidad de la topografía del abdomen hacen de la imagen médica una técnica indispensable para evaluar la región. Tanto las radiografías simples como la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la ecografía brindan información única.

Abdomen

Solo se describen las estructuras de mayor relevancia que se observan en la radiografía anteroposterior del abdomen, con el paciente en posición supina (figs. 7-80 y 7-81).

Evalúe lo siguiente en un orden sistemático:

1. **Huesos.** En la parte superior de la radiografía se observan las costillas inferiores. Descendiendo hasta la mitad de la radiografía, se observan las vértebras torácicas inferiores y lumbares, así como el sacro y el cóccix. En el otro extremo se localizan las articulaciones sacroilíacas, los huesos pélvicos y las articulaciones de la cadera.
2. **Diafragma.** Produce sombras en forma de cúpulas a cada lado; la de la derecha es ligeramente más superior que la de la izquierda (no se muestra en la fig. 7-80).
3. **Músculo psoas.** A cada uno de los lados de la columna vertebral, los bordes laterales del músculo psoas crean una sombra que se proyecta inferolateralmente desde la 12.^a vértebra torácica.
4. **Hígado.** Forma una opacidad homogénea en la porción superior del abdomen.
5. **Bazo.** Puede producir una ligera sombra, que se observa sobre los espacios intercostales noveno y décimo (no se muestra en la fig. 7-80).
6. **Riñones.** Suelen ser visibles debido a que la grasa perirrenal (cápsula adiposa) que rodea los riñones produce una línea radiolúcida.

7. **Estómago e intestinos.** Puede observarse gas en el fundus del estómago y en los intestinos. También pueden observarse las heces en el colon.
8. **Vejiga urinaria.** Si contiene suficiente orina, crea una sombra sobre la pelvis.

Estómago

El estómago puede visualizarse radiológicamente (figs. 7-82 y 7-83) a través de la administración de una suspensión acuosa de sulfato de bario (tránsito baritado). Cuando el paciente está de pie, los primeros tragos llegan al estómago y forman una sombra triangular con el vértice mirando hacia abajo. La burbuja de aire en el fundus del estómago se muestra sobre el nivel del líquido con bario. A medida que el estómago se llena, se delinean las curvaturas mayor y menor, y pueden reconocerse el cuerpo y las porciones pilóricas. El píloro se mueve inferiormente y pasa a ubicarse a nivel de la vértebra L3.

La exploración fluoroscópica del estómago a medida que se llena con bario revela las ondas peristálticas de la pared gástrica, que inician cerca de la mitad del cuerpo y se dirigen al píloro. Los movimientos respiratorios del diafragma provocan el desplazamiento del fundus.

Duodeno

La sustancia con bario se traslada a la primera porción del duodeno y forma una sombra triangular homogénea, la ampolla o **bulbo duodenal**, que tiene su base dirigida hacia el píloro (fig. 7-84). Bajo los efectos del peristaltismo, el bario rápidamente abandona el bulbo y pasa a través de las porciones restantes del duodeno. El contorno de la sombra de bario en la primera porción del duodeno es lisa debido a la ausencia de pliegues mucosos. En el resto del duodeno, la presencia de pliegues circulares “rompe” la emulsión de bario y le brinda un aspecto flocular.

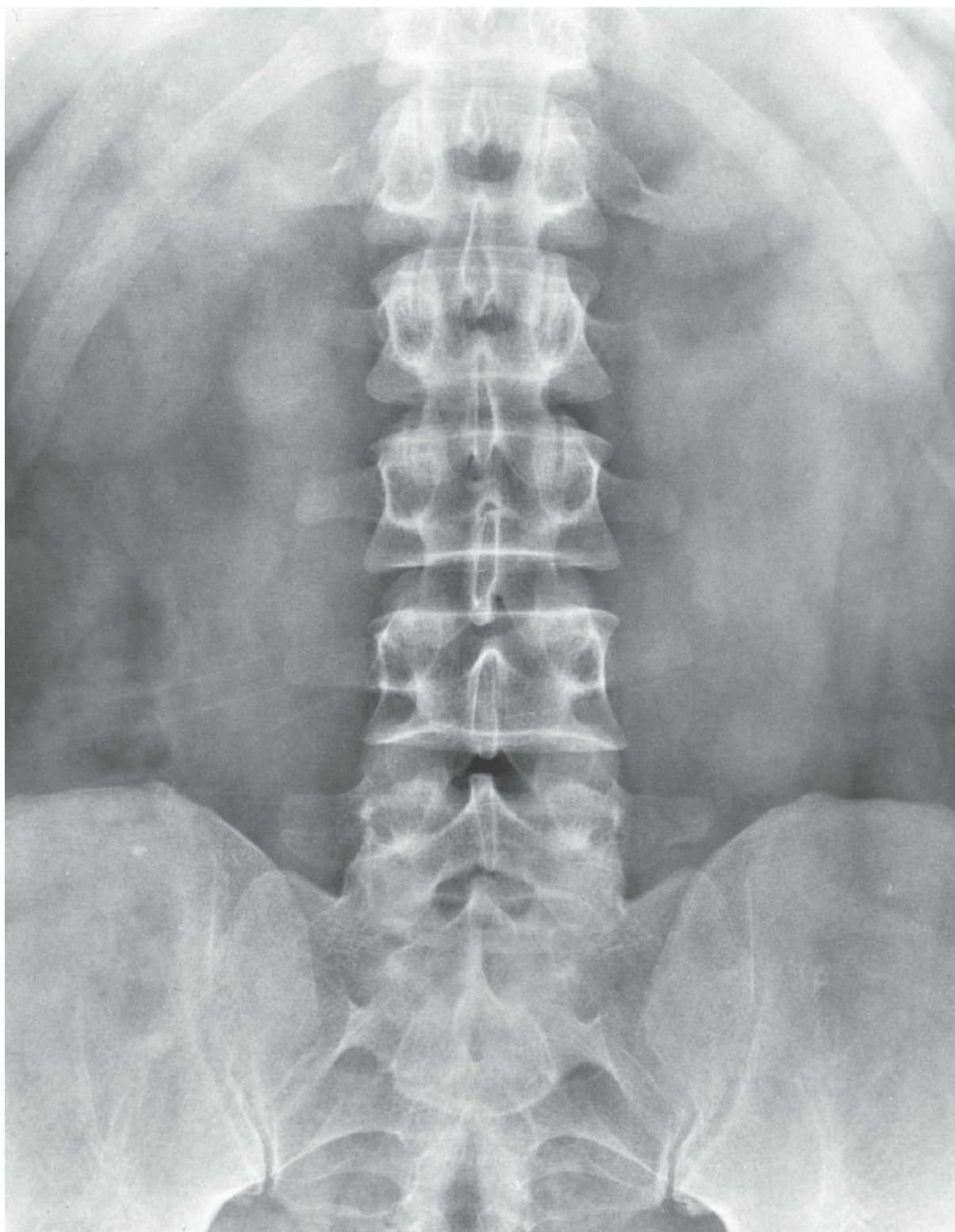


Figura 7-80 Radiografía anteroposterior del abdomen.

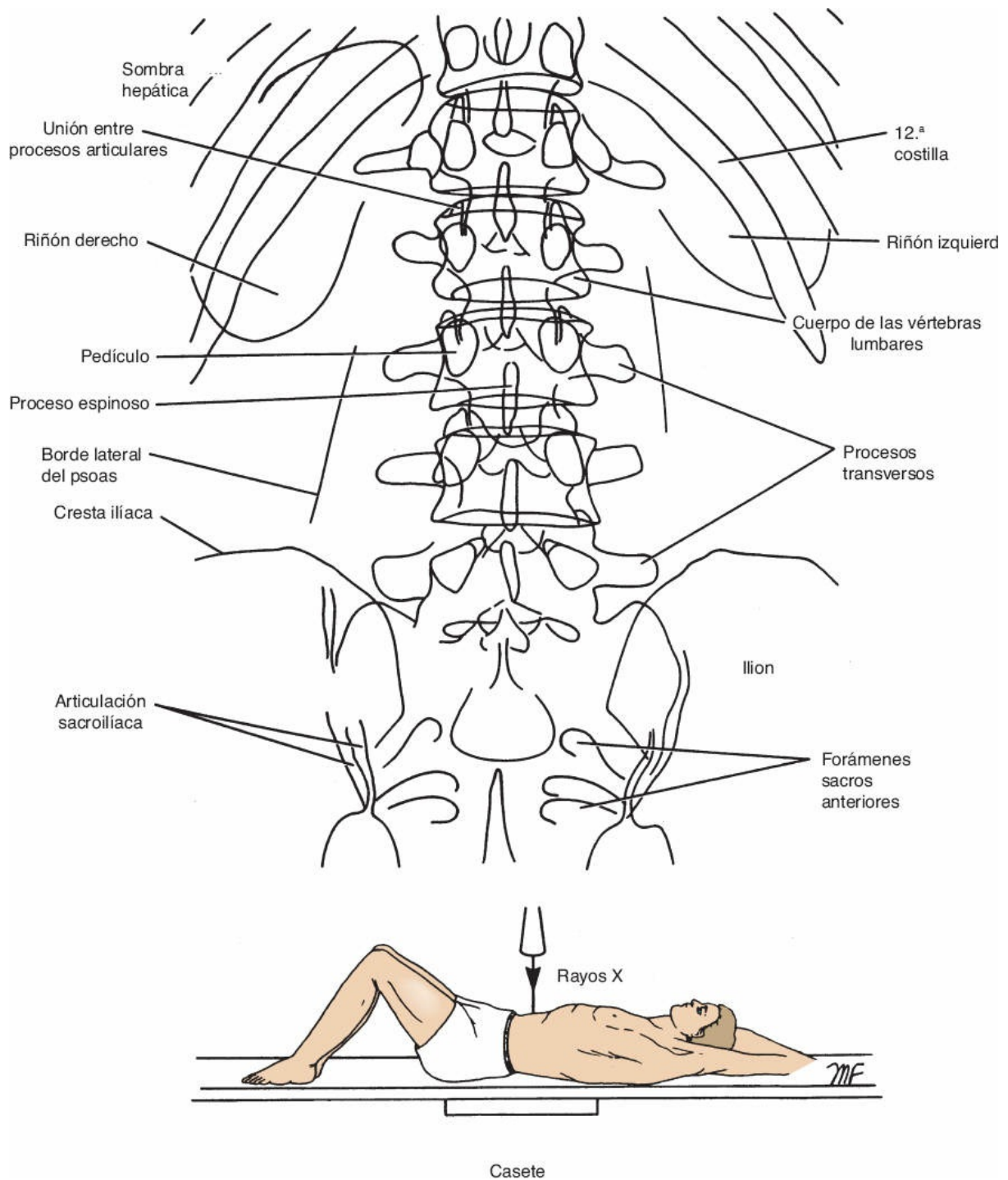


Figura 7-81 Representación de las principales características que se observan en la radiografía anteroposterior de la [figura 7-80](#).



Figura 7-82 Radiografía anteroposterior del estómago y el intestino delgado después de la ingesta de una sustancia baritada.

Yeyuno e íleon

La sustancia baritada entra en el yeyuno en pocos minutos y alcanza la unión

ileocecal de 30 minutos a 2 horas; la mayor parte de esta emulsión sale del intestino delgado en 6 horas. En el yeyuno y la porción superior del íleon, los pliegues mucosos y la cavidad peristáltica difuminan la sombra del bario ([fig. 7-85](#); véase también [fig. 7-82](#)). En la última porción del íleon, la sustancia baritada suele formar una masa continua.

Intestino grueso

El intestino grueso puede observarse a través de la administración de un enema baritado o un estudio de tránsito baritado. Este suele ser más eficaz.

Puede observarse el contorno del intestino administrando 1 L de sulfato de bario a través del canal anal. Cuando el intestino grueso se llena, es posible observar su contorno completo en la proyección anteroposterior ([figs. 7-86 y 7-87](#)). En ocasiones son necesarias las proyecciones lateral y oblicua de las flexuras cólicas. Cuando el intestino se llena, se observan con facilidad los sacos característicos (haustros). Después de evacuarse el enema, puede observarse claramente el patrón mucoso.

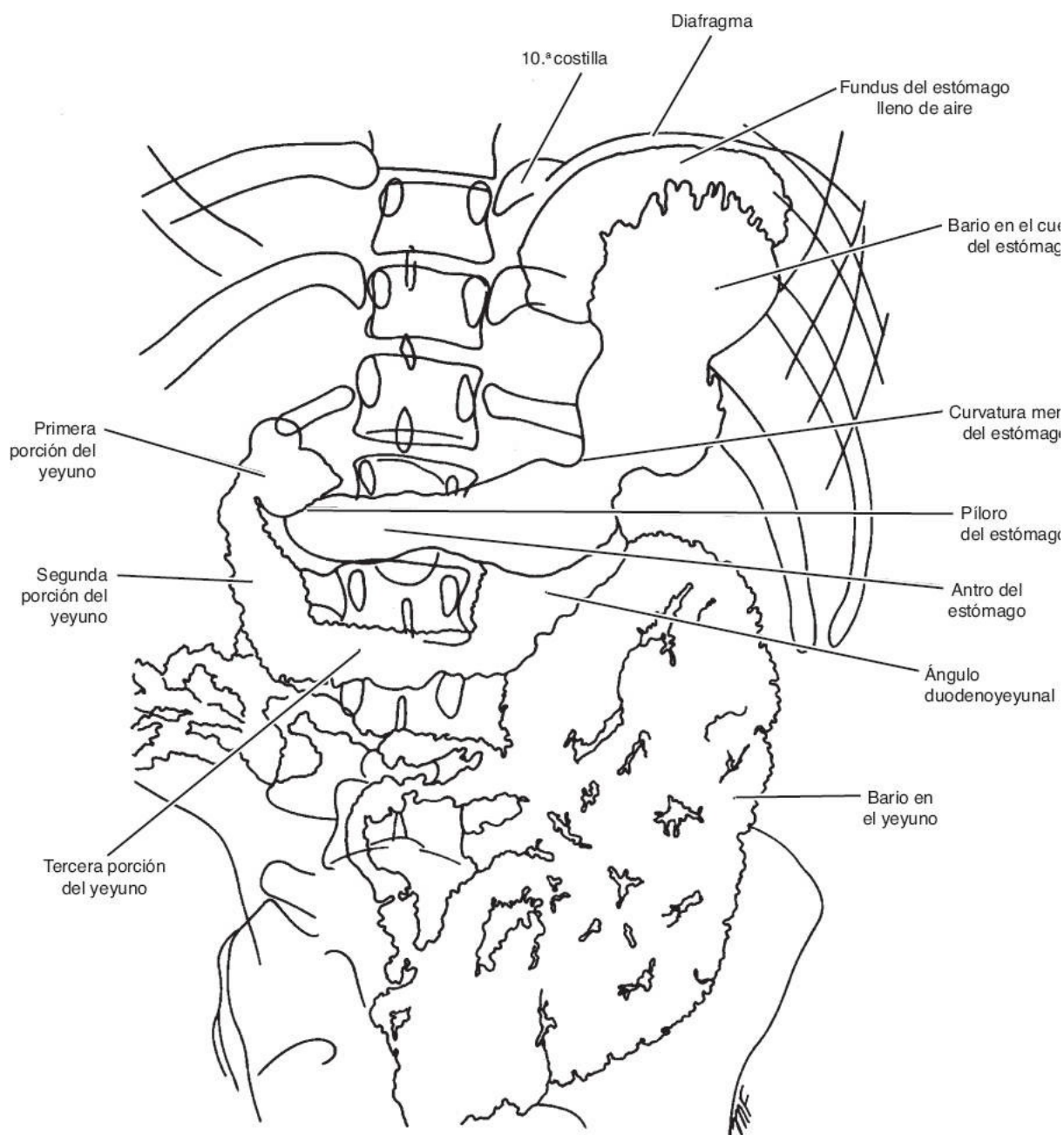


Figura 7-83 Representación de las principales características que se observan en la radiografía de la figura 7-82.

El apéndice frecuentemente se llena con bario después del enema. Los aspectos radiográficos del colon sigmoide y el recto se muestran en el [capítulo 9](#).

Puede visualizarse la vascularización del tubo digestivo a través de una **arteriografía**. Se introduce un catéter en la arteria femoral, que se avanza superiormente hacia la aorta abdominal bajo visión directa en un monitor. El extremo del catéter se dirige hacia la abertura de la arteria correspondiente. Se inyecta material radioopaco a través del catéter para obtener la arteriografía ([fig. 7-88](#)).

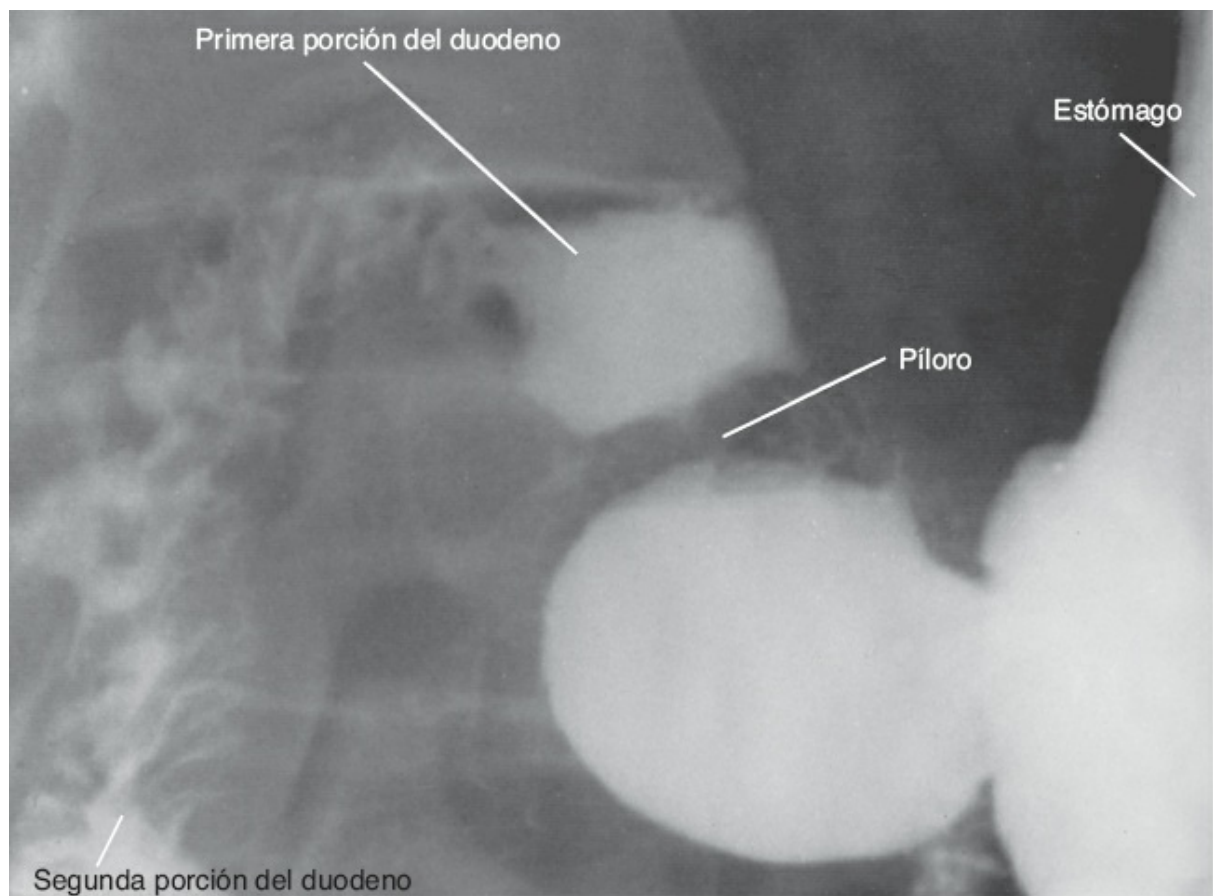


Figura 7-84 Radiografía anteroposterior del duodeno tras la ingesta de una sustancia baritada.



Figura 7-85 Radiografía anteroposterior del intestino delgado después de la ingesta de una sustancia baritada.

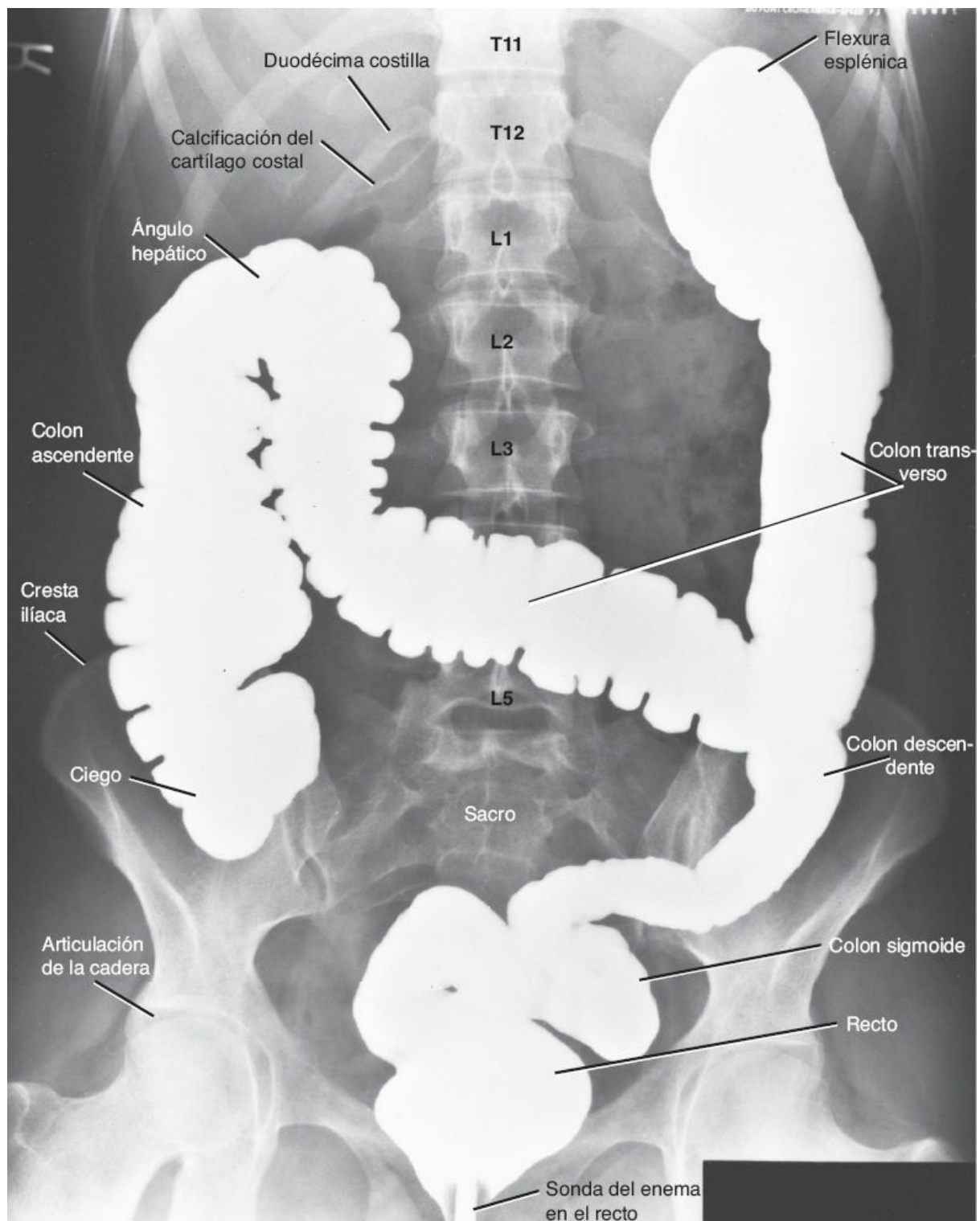


Figura 7-86 Radiografía anteroposterior del intestino grueso después del enema con bario.

Árbol biliar (vías biliares)

Las vías biliares normales no son visibles en la radiografía. Su luz puede delinearse mediante la administración de diversos compuestos yodados por vía oral o inyección. Al tomarse por vía oral, el compuesto se absorbe en el intestino delgado y es conducido al hígado y evacuado con la bilis. Una vez que alcanza

la vesícula biliar, se concentra con la bilis. El compuesto yodado concentrado, en combinación con la bilis, es radioopaco y muestra la vesícula biliar como una opacidad en forma de pera en el ángulo de la 12.^a costilla y la columna vertebral (figs. 7-89 y 7-90). Si al paciente se le administra un alimento graso, la vesícula biliar se contrae, por lo que los conductos cístico y biliar se hacen visibles a medida que el medio opaco desciende a la segunda porción del duodeno. Puede ecografiarse la porción superior del abdomen para mostrar la luz de la vesícula biliar (véase fig. 7-53).

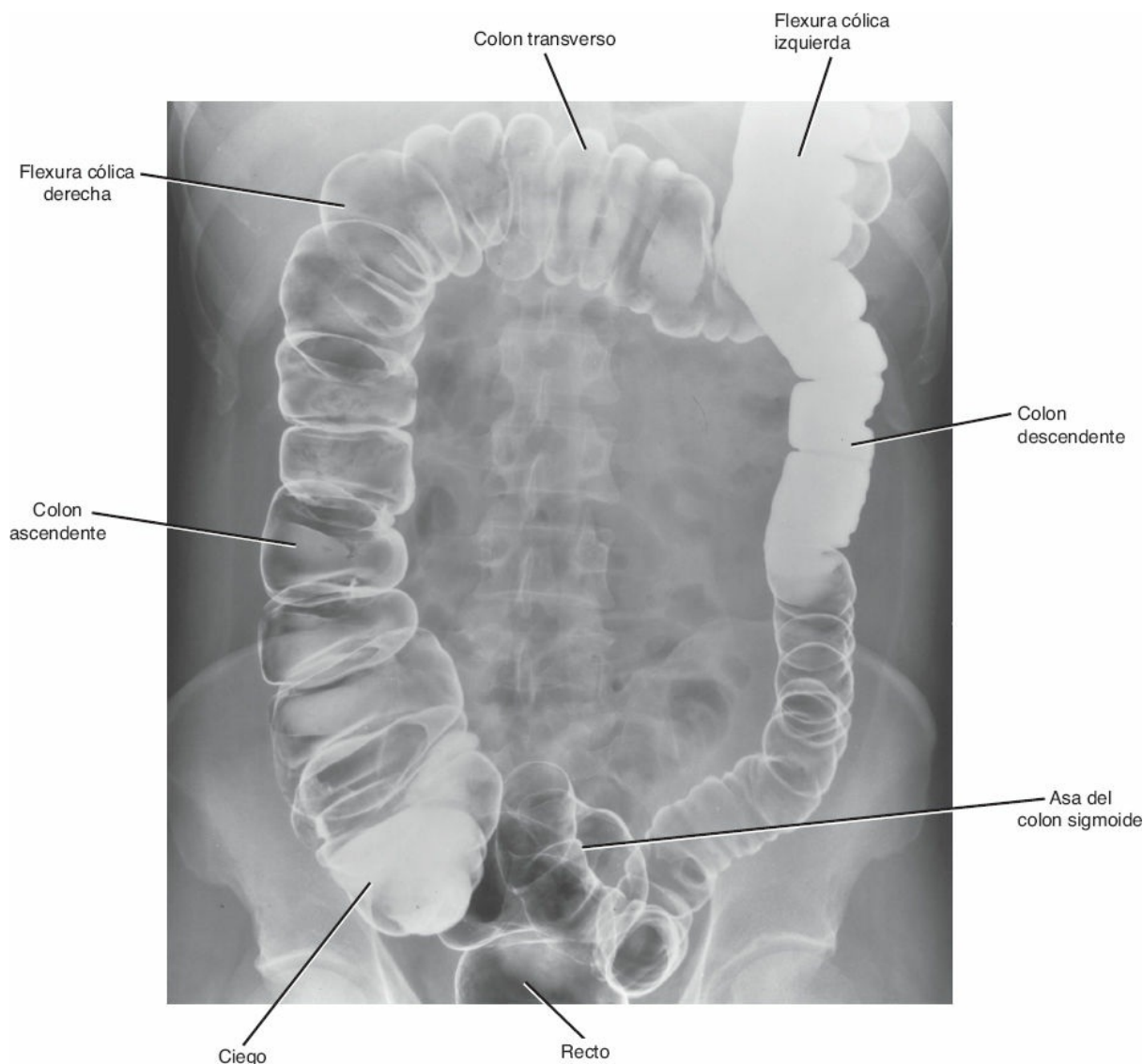


Figura 7-87 Radiografía anteroposterior del intestino grueso después del enema baritado. Se ha introducido aire en el intestino a través de una sonda para enema tras la evacuación de la mayor cantidad de bario. Este procedimiento se conoce como *enema contrastado*.

Vías urinarias

Los **riñones** por lo general son visibles en una radiografía anteroposterior del abdomen debido a que la grasa perirrenal (cápsula renal adiposa) que los rodea produce una línea translúcida.

Los **cálices**, la **pelvis renal** y los **uréteres** no acostumbran a poder visualizarse en una radiografía estándar. La luz puede evidenciarse a través del uso de sustancias radioopacas en una pielografía intravenosa o retrógrada.

En el caso de la **pielografía intravenosa**, se inyecta una sustancia con yodo en una vena subcutánea del brazo. Se excreta y se concentra en los riñones, por lo que los cálices y uréteres son opacos a los rayos X (figs. 7-91 a 7-93). Cuando se ha excretado la cantidad suficiente de medio de contraste, la vejiga también se hace visible. Los uréteres se superponen a los procesos transversos de las vértebras lumbares. Cruzan las articulaciones sacroilíacas y entran en la pelvis. Cerca de las espinas ciáticas, giran medialmente para entrar en la vejiga. Es posible reconocer las tres constricciones normales de los uréteres (en la unión de la pelvis renal con el uréter, en el borde circunferencial pélvico y en donde los uréteres entran en la vejiga).

Anatomía de superficie

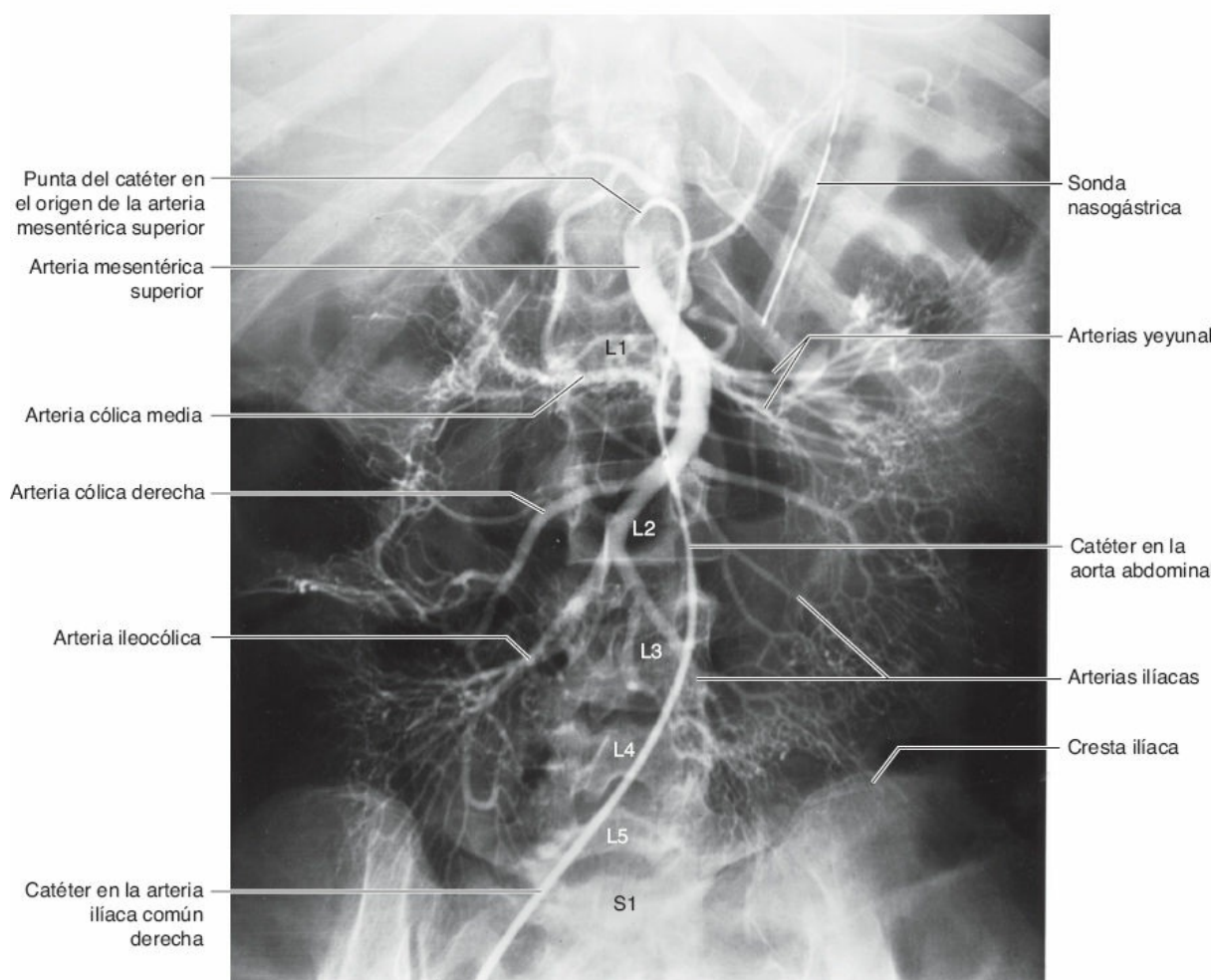


Figura 7-88 Arteriografía de la arteria mesentérica superior. El catéter se ha introducido en la arteria femoral derecha y ha pasado por las arterias ilíacas externa y común para ascender por la aorta hasta el origen de la arteria mesentérica superior. Se observa también una sonda nasogástrica.

En el caso de la **pielografía retrógrada**, se introduce un cistoscopio por la uretra hacia la vejiga, desde donde se inserta un catéter ureteral en el uréter. A

continuación, se introduce solución de yoduro de sodio a lo largo del catéter dentro del uréter. Cuando los cálices menores se llenan con el medio de contraste, se observan las características anatómicas de los cálices menores y mayores; la pelvis del uréter se hace visible. Todos los cálices menores presentan un aspecto de copa debido a que las papilas renales se proyectan hacia su interior.

Anatomía abdominal a través de secciones transversales

Las secciones transversales del abdomen que se muestran en las figuras 9-94 y 9-95 sirven de ayuda para la interpretación de las tomografías abdominales ([fig. 7-96](#)). Las secciones se muestran desde la cara inferior.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

La anatomía de superficie de las vísceras abdominales se describe en detalle en el [capítulo 6](#).



Figura 7-89 Radiografía anteroposterior de la vesícula biliar tras la administración de un compuesto yodado.

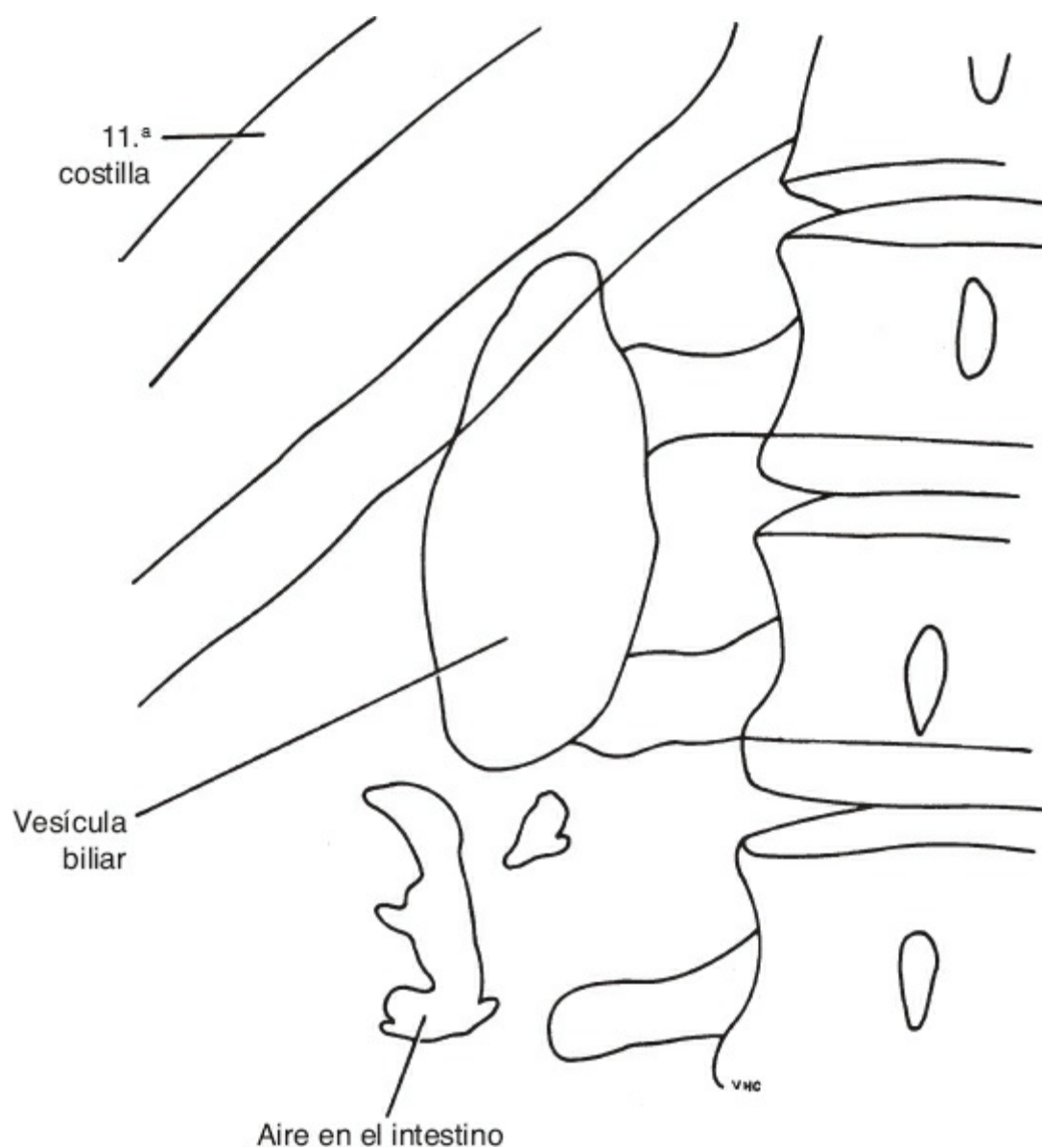


Figura 7-90 Representación de las características más importantes que se observan en la radiografía de la [figura 7-89](#).

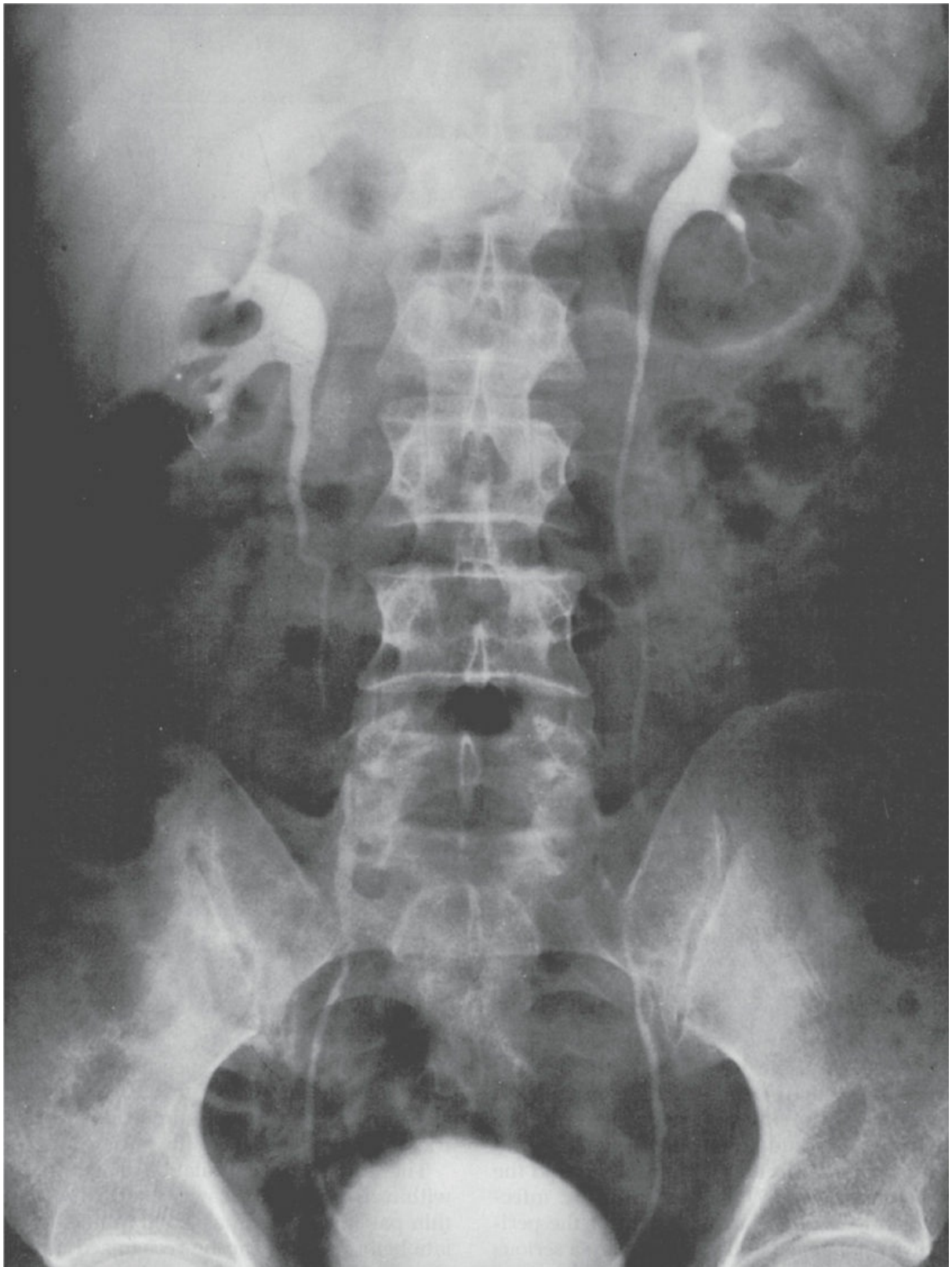


Figura 7-91 Radiografía anteroposterior de los uréteres y la pelvis renal después de la inyección intravenosa de una sustancia yodada, que se excreta por los riñones. Se muestran los cálices mayores y menores.

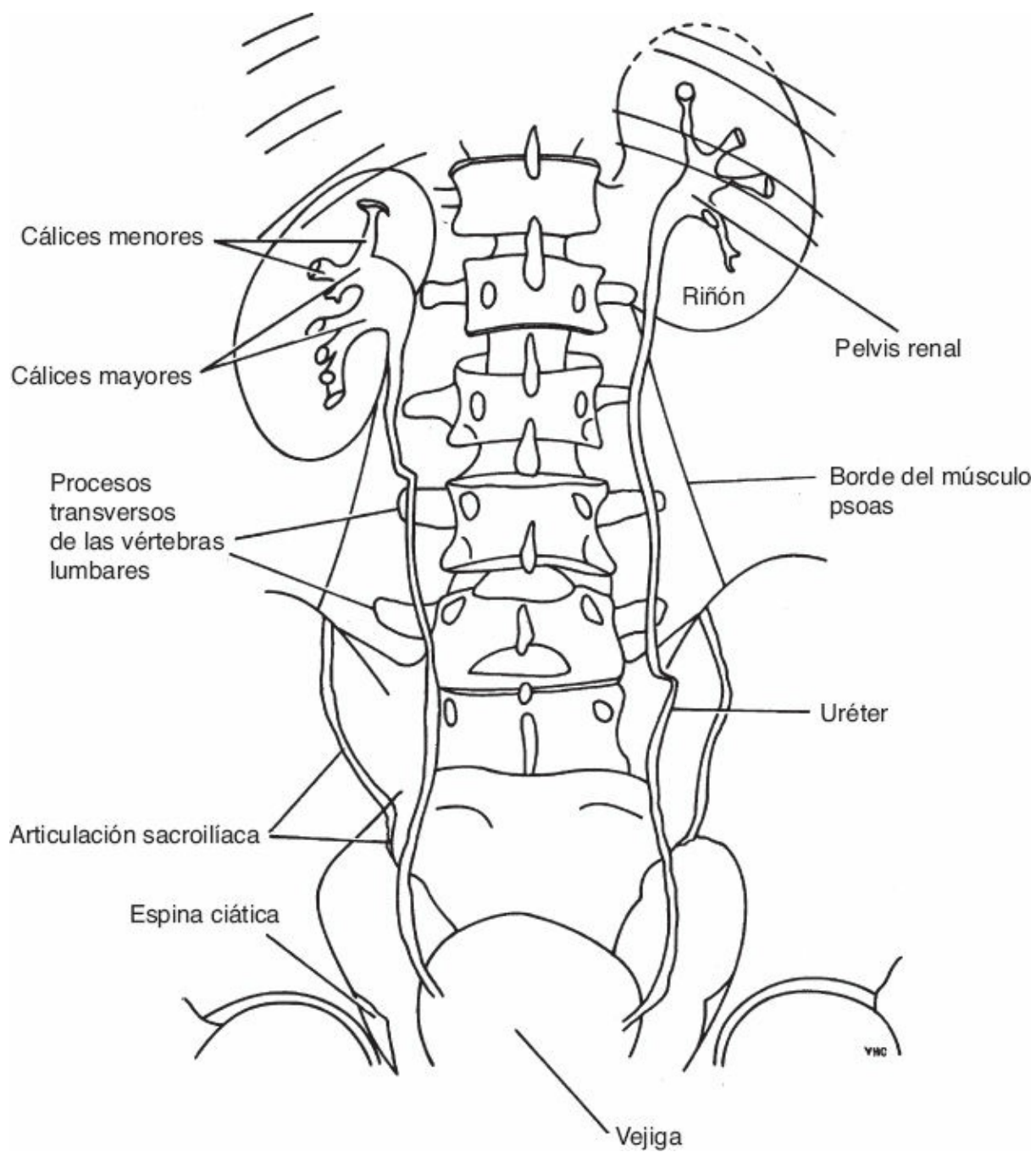


Figura 7-92 Representación de las características más importantes que se observan en la radiografía de la [figura 7-91](#).

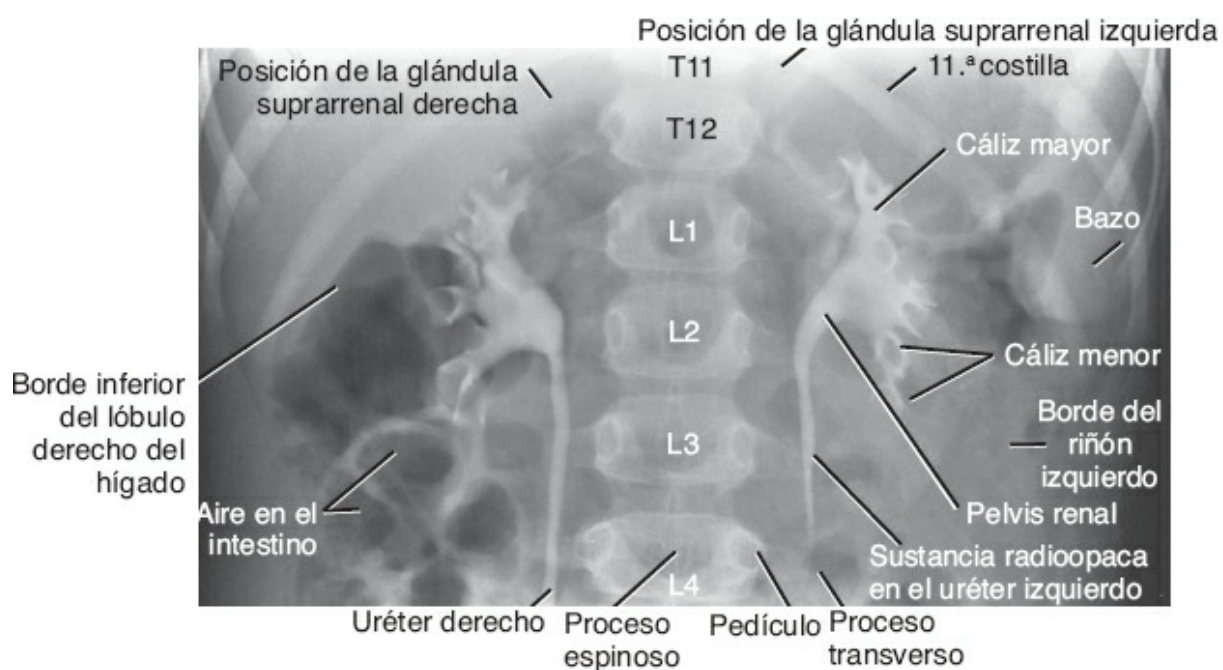


Figura 7-93 Radiografía anteroposterior de ambos riñones 15 min después de la inyección de una sustancia yodada. Los cálices, la pelvis renal y las porciones superiores de los uréteres se visualizan claramente (niña de 5 años de edad).

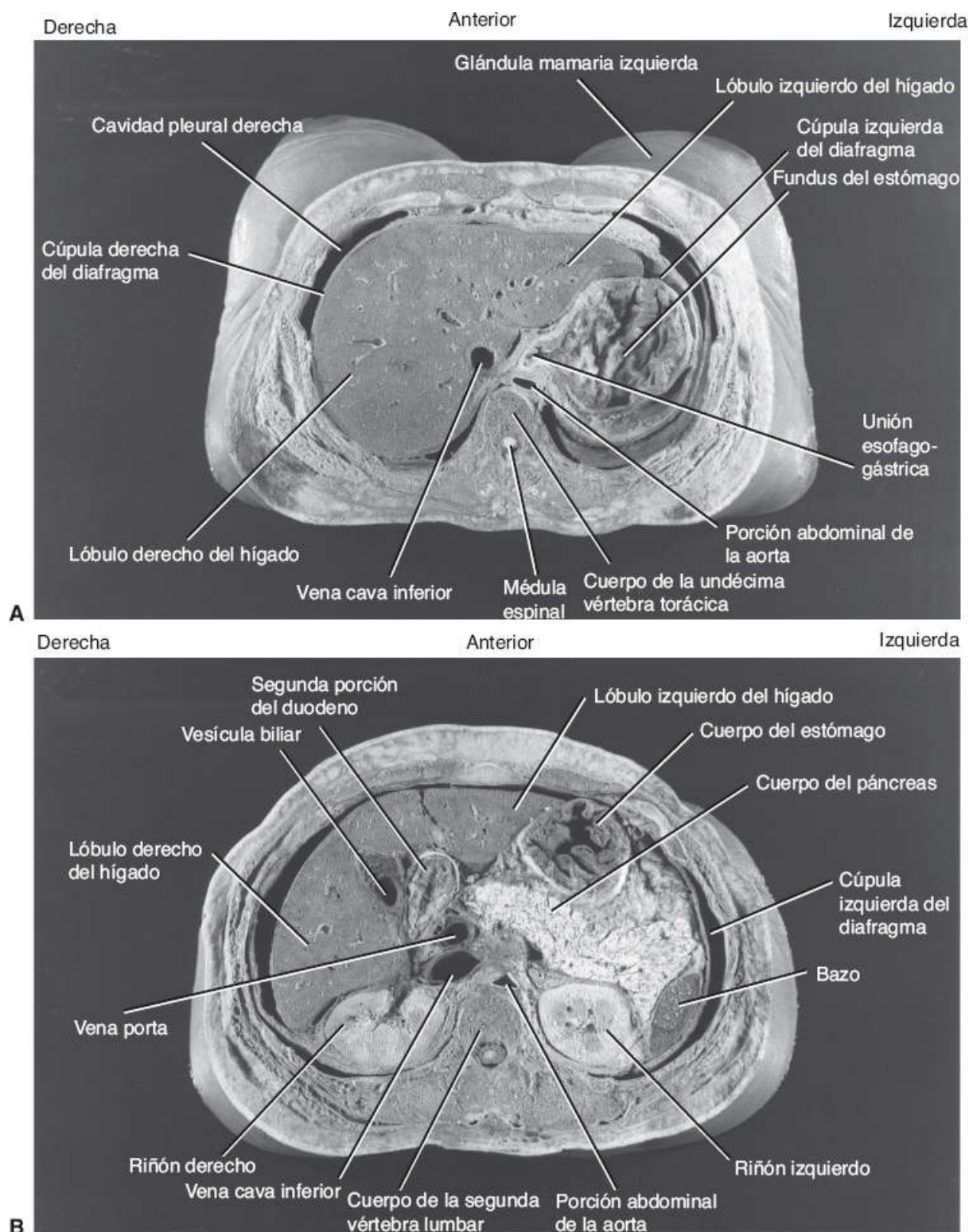


Figura 7-94 **A.** Sección transversal del abdomen a nivel del cuerpo de la vértebra T11, vista desde la cara inferior. Obsérvese que el gran tamaño de la cavidad pleural es un artificio derivado del proceso de embalsamamiento. **B.** Sección transversal del abdomen a nivel del cuerpo de la vértebra L2 (vista inferior).

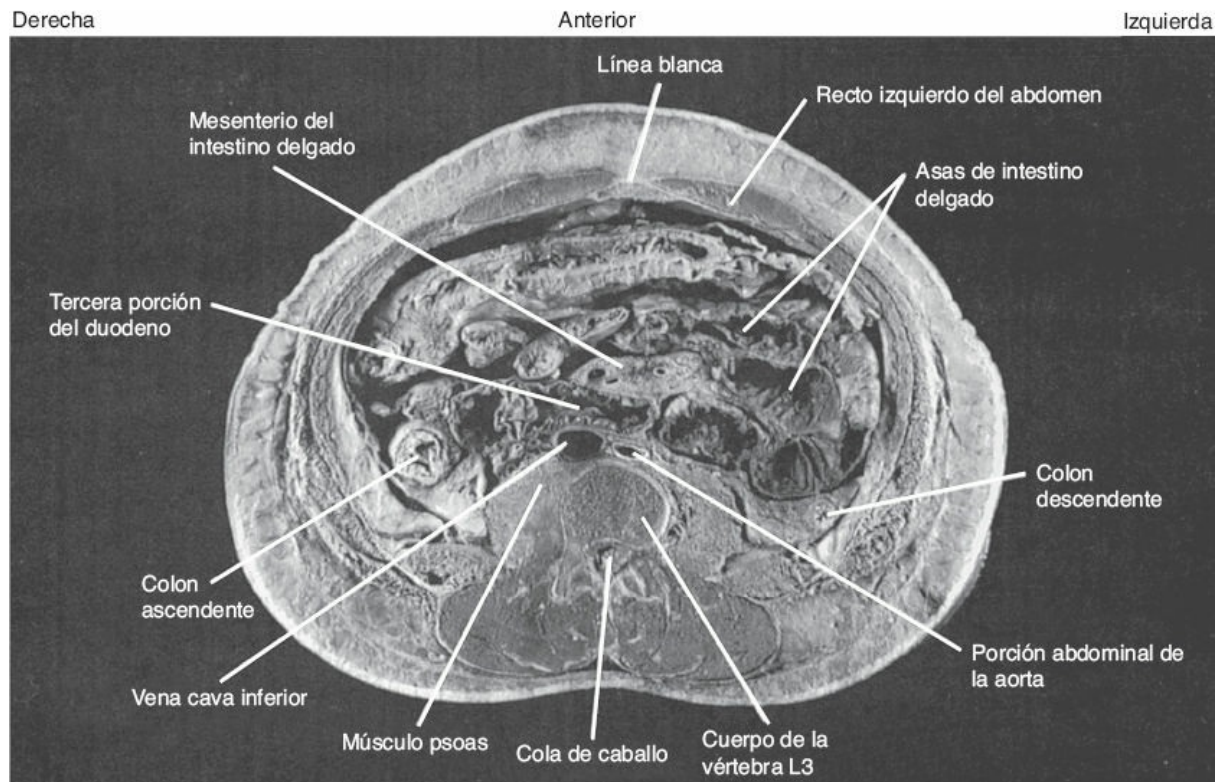


Figura 7-95 Sección transversal del abdomen en el nivel del cuerpo de la vértebra L3 (vista inferior).

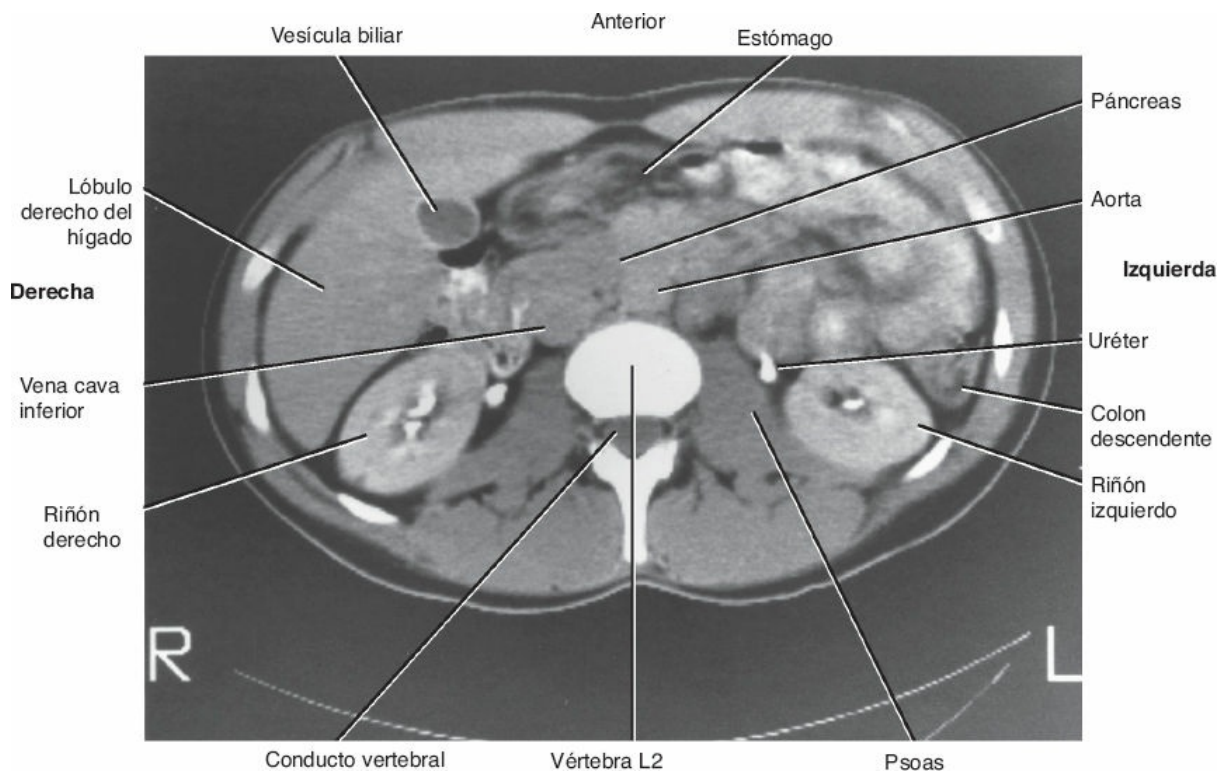


Figura 7-96 Tomografía computarizada del abdomen a nivel de la vértebra L2 tras una pielografía. El material radioopaco puede identificarse en la pelvis renal y los uréteres (vista inferior).

Conceptos clave

Distribución general de los órganos

- El hígado ocupa la parte superior de la cavidad abdominal. La vesícula biliar se une con la cara inferior del lóbulo derecho del hígado.
- El esófago conecta la laringe con el estómago. Entra en el estómago por su lado derecho.
- El estómago ocupa el cuadrante superior izquierdo, el epigastrio y la región umbilical.
- El duodeno del intestino delgado se localiza en el epigastrio y la región umbilical. Se extiende desde el estómago alrededor de la cabeza del páncreas. El yeyuno ocupa la porción superior de la cavidad abdominal, mientras que el íleon se aloja en la parte inferior de la cavidad abdominal y en la cavidad pélvica.
- El intestino grueso se arquea alrededor y alberga las asas del intestino delgado.
- El páncreas se proyecta oblicuamente a lo largo de la pared posterior del abdomen en la región del epigastrio, posterior al estómago, y se extiende desde el duodeno hasta el bazo.
- El hígado ocupa la mayor parte del abdomen entre el estómago y el diafragma.
- Los riñones se localizan en la parte superior de la pared posterior del abdomen. El riñón izquierdo es ligeramente más superior que el derecho. Cada uno de los riñones da lugar a un uréter que discurre inferiormente hacia la vejiga urinaria. Las glándulas suprarrenales yacen sobre los polos superiores de los riñones.

Peritoneo

- El peritoneo es una delgada membrana serosa que reviste las paredes abdominal y pélvica, además de las vísceras. El peritoneo parietal reviste las paredes de la cavidad abdominopélvica. El peritoneo visceral reviste los órganos. El espacio potencial entre las capas parietal y visceral es la cavidad peritoneal.
- La cavidad peritoneal se divide en dos porciones: el saco mayor y el saco menor (bolsa omental). El saco mayor es el compartimento principal. El omento menor es pequeño y se localiza detrás del estómago. Ambas cavidades se comunican una con otra a través del **foramen epiploico**.
- Los órganos retroperitoneales se localizan posteriores al peritoneo, y solo son revestidos parcialmente por el peritoneo visceral. Los órganos intraperitoneales están recubiertos de

peritoneo visceral y se unen a otros órganos o la pared del abdomen a través de puentes (omentos, mesenterios, ligamentos).

- Los espacios subfrénicos y los surcos paracólicos pueden servir como lugares de acumulación y movimiento del líquido peritoneal infectado.
- El peritoneo parietal es sensible al dolor, la temperatura, el tacto y la presión. Está inervado por nervios somáticos. El peritoneo visceral es sensible al estiramiento y el desgarró, pero no al tacto, la presión o la temperatura. Está inervado por vías aferentes viscerales.

Tubo digestivo

- El esófago entra en el abdomen a través del diafragma y se conecta con el estómago. Los nervios vagos discurren a los lados. El esfínter fisiológico, pero no el anatómico, se localiza en el extremo inferior del esófago. Se origina una importante anastomosis portosistémica en el tercio inferior del esófago.
- El estómago presenta dos aberturas, los forámenes cardíaco y pilórico; dos curvaturas, la mayor y la menor; y dos caras, la anterior y la posterior. Se divide en el fondo, el cuerpo, el antro pilórico y el píloro. Está irrigado por ramas de la arteria celíaca; drena en la circulación portal. El drenaje linfático se dirige hacia los nódulos linfáticos celíacos. Los nervios autónomos inervan el estómago.
- El intestino delgado se divide en duodeno, yeyuno e íleon. El duodeno se halla sobre todo en el retroperitoneo, posee cuatro porciones y recibe aberturas de los conductos pancreáticos y biliares. El yeyuno y el íleon son móviles y son mantenidos por el mesenterio del intestino delgado. Las ramas de la arteria mesentérica superior irrigan la mayor parte del intestino delgado; drenan en la circulación portal. El drenaje linfático se dirige principalmente a los nódulos mesentéricos superiores. Los nervios autónomos irrigan el intestino delgado.
- La porción abdominal del intestino grueso incluye el ciego, el apéndice, el colon ascendente, el colon transversó, el colon descendente y el colon sigmoide. El colon ascendente y el descendente son retroperitoneales. La arteria mesentérica superior irriga el ciego, el apéndice, el colon ascendente y la mayor parte del colon transversó. La arteria mesentérica inferior irriga el resto. Todo el intestino grueso drena a la circulación portal. El drenaje linfático sigue las arterias hacia los nódulos mesentéricos inferiores o superiores. El intestino grueso está

inervado por nervios autónomos.

Órganos accesorios del sistema digestivo

- El hígado está dividido en lóbulos derecho, izquierdo, cuadrado y caudado. El porta hepático rodea todas las estructuras que entran o salen del hígado, excepto las venas hepáticas. Los ligamentos triangular, falciforme y coronario conectan el hígado con la pared del diafragma. El omento menor conecta el hígado con el estómago y el duodeno. La arteria hepática (rama de la arteria celíaca) y la vena porta irrigan el hígado. Las venas hepáticas drenan el hígado hacia la vena cava inferior. El drenaje linfático se dirige a los nódulos celíacos. El hígado está inervado por nervios autónomos.
- El árbol biliar (vías biliares) está formado por los conductos hepáticos derecho e izquierdo, el conducto hepático común, el conducto biliar, la vesícula biliar y el conducto cístico. En su extremo terminal, el drenaje biliar es llevado hacia la papila duodenal mayor.
- El páncreas se divide en cabeza, cuello, cuerpo y cola. Se extiende a través de la pared posterior del abdomen desde la concavidad del duodeno (cabeza) hacia el hilio del bazo (cola). La porción exocrina drena sobre todo a través del conducto pancreático principal, que se une con el conducto biliar y se vacía hacia el duodeno. Suele haber un conducto pancreático accesorio, que drena de manera independiente. Las ramas de la arteria celíaca y algunas de la arteria mesentérica superior irrigan el páncreas. El drenaje venoso se dirige hacia el sistema porta. El drenaje linfático se conduce hacia los nódulos mesentéricos superiores y celíacos. El páncreas está inervado por nervios autónomos.
- El bazo es un órgano linfático, no una parte del sistema digestivo. Está conectado con el estómago y el riñón derecho a través de ligamentos peritoneales. La arteria esplénica (rama de la arteria celíaca) irriga el bazo. La vena esplénica drena en el bazo y contribuye a la formación de la vena porta. El drenaje linfático se dirige a los nódulos celíacos. El bazo está inervado por nervios autónomos.

Vías urinarias

- Las vías urinarias están compuestas por los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria y la uretra.
- Los riñones son retroperitoneales y están rodeados por capas de grasa y fascia, pero poseen cierto grado de movilidad. Cada uno

de los riñones presenta una corteza externa y una médula interna. La médula está compuesta por pirámides renales. El drenaje urinario macroscópico incluye la pelvis renal, los cálices mayores y los cálices menores. La arteria renal (rama de la aorta) irriga el hígado. La vena renal drena el riñón hacia la vena cava inferior. El drenaje linfático se dirige hacia los nódulos paraaórticos.

- Los uréteres son retroperitoneales, yace en gran parte el músculo psoas, y se extienden desde los riñones hacia la cara posterior de la vejiga urinaria. Cada uno de ellos presenta tres estrechamientos en los que pueden desarrollarse cálculos.

Glándulas suprarrenales

- Las glándulas suprarrenales yacen en los polos superiores de los riñones. Cada una de las glándulas posee una corteza externa y una médula interna.
- Tres arterias irrigan las glándulas: arteria suprarrenal superior (rama de la arteria frénica inferior), arteria suprarrenal media (rama de la aorta) y arteria suprarrenal inferior (rama de la arteria renal).
- Una sola vena drena hacia la vena cava inferior a la derecha y hacia la vena renal a la izquierda.
- La linfa drena hacia los nódulos paraaórticos.

Pared posterior del abdomen

- La aorta abdominal discurre desde el hiato aórtico del diafragma hacia su terminación como las arterias ilíacas comunes a nivel de L4. Emite diversas ramas a la pared del abdomen y las vísceras.
- Las arterias ilíacas comunes finalizan al dividirse en las arterias ilíacas externa e interna.
- La vena cava inferior transporta la mayor parte de la sangre del cuerpo por debajo del diafragma hacia el corazón. Está formada por la unión de las venas ilíacas comunes a nivel de L5, y asciende por el lado derecho de la aorta.
- Los nódulos linfáticos están íntimamente relacionados con la aorta, y forman las cadenas preaórticas derecha e izquierda y la aórtica lateral (paraaórtica o lumbar).
- Los nódulos linfáticos preaórticos se localizan alrededor del origen de las arterias celíaca y mesentéricas superior e inferior. Estas recogen la linfa desde las vísceras irrigadas por estas arterias.

- Los nódulos aórticos laterales (linfáticos lumbares) drenan la linfa desde los riñones y las glándulas suprarrenales; desde los testículos o los ovarios, las trompas uterinas y el fondo del útero; desde los vasos linfáticos profundos de las paredes abdominales; y desde los nódulos linfáticos ilíacos comunes.
- Los nódulos preaórticos y laterales drenan en la cisterna del quilo.
- Los ramos anteriores de los nervios lumbares forman el plexo lumbar. Las ramas del plexo emergen desde los bordes lateral y medial, así como desde la cara anterior del músculo psoas mayor. Las principales ramas del plexo son el nervio iliohipogástrico, el nervio ilioinguinal, el nervio cutáneo femoral lateral, el nervio femoral, el tronco lumbosacro, el nervio obturador y el nervio genitofemoral.
- La porción abdominal del tronco simpático discurre inferiormente a lo largo del borde medial del músculo psoas en los cuerpos de las vértebras lumbares. El tronco simpático derecho se localiza posterior al borde derecho de la vena cava inferior; el tronco simpático izquierdo se halla cerca del borde izquierdo de la aorta. Los ramos incluyen fibras comunicantes blancas y grises, ramos del plexo aórtico y ramos del plexo hipogástrico superior.

Anatomía radiológica

- Las radiografías simples y las tomografías computarizadas permiten visualizar gran cantidad de estructuras óseas y viscerales. Los estudios con materiales de contraste que utilizan sulfato de bario por vía oral son especialmente útiles para observar el tubo digestivo. Las sustancias yodadas inyectadas por vía intravenosa son útiles para visualizar las vías urinarias.



8

Pelvis. Parte I: paredes pélvicas

Un hombre de 51 años sufrió un accidente en una avioneta mientras se encontraba de camino a su domicilio después de regresar de un viaje de negocios. La niebla obligó al piloto a realizar un aterrizaje forzoso sobre un terreno sembrado. Durante el aterrizaje, el avión quedó sostenido justo sobre su nariz. La otra persona a bordo murió por el impacto, y fue proyectada desde la cabina. Al entrar en el servicio de urgencias, el hombre se halla inconsciente y mostraba signos de *shock* hipovolémico grave (pérdida de sangre). Presentaba equimosis amplia en la porción inferior de la pared abdominal anterior, y la cara anterior de la pelvis protruye en el lado derecho. Durante la inspección del pene, se observa una secreción sanguinolenta desde el orificio externo uretral. No se observaron evidencias de hemorragia externa.

La valoración radiográfica de la pelvis mostraba una dislocación de la sínfisis del pubis y una fractura lineal a lo largo de la porción lateral del sacro en el lado derecho. La uretra resultó dañada por las fuerzas de cizallamiento sobre el área pélvica, lo que explica la secreción sanguinolenta en el orificio uretral externo del pene. La radiografía pélvica (confirmada por tomografía computarizada) también revela la presencia de una gran cantidad de sangre en el tejido conjuntivo laxo extraperitoneal, por el desgarro de las grandes venas pélvicas con paredes delgadas debido a los huesos fracturados. Ello condujo al *shock* hipovolémico.

Este paciente ilustra la necesidad de poseer un conocimiento exhaustivo de la anatomía de la región pélvica incluso antes de que el profesional contemple la realización de una exploración inicial e inicie el tratamiento de las lesiones pélvicas.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Pelvis

- Orientación pélvica
- Pelvis falsa (mayor)
- Pelvis verdadera (menor)
- Pared pélvica
- Diafragma pélvico
- Articulaciones pélvicas
- Diferencias sexuales

Fascia pélvica

- Fascia pélvica parietal
- Fascia pélvica visceral

Peritoneo pélvico

Nervios pélvicos

- Plexo lumbar
- Plexo sacro
- Nervios autónomos

Arterias pélvicas

Arteria ilíaca común

Arteria ilíaca externa

Arterias de la pelvis menor

Venas pélvicas

Vasos linfáticos pélvicos

Anatomía de superficie

Cresta ilíaca

Tubérculo y cresta del pubis

Sínfisis del pubis

Sacro y cóccix

Vejiga urinaria

Útero

Exploración vaginal y rectal

Anatomía radiológica

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es conocer la anatomía de las paredes pélvicas en relación con problemas clínicos. Se pone énfasis en la edad y las diferencias sexuales, así como los rasgos anatómicos relacionados con la exploración pélvica.

1. Identificar los huesos de la pelvis y sus características principales en el contexto de la composición de las paredes pélvicas. Describir los aspectos funcionales de estas estructuras.
2. Identificar los componentes óseos, los ligamentos principales, las estructuras accesorias clave (p. ej., discos intraarticulares) y los movimientos posibles en las articulaciones de la pelvis. Relacionar estas estructuras con la mecánica general de la pelvis.
3. Determinar las diferencias pélvicas entre hombres y mujeres. Relacionar estas diferencias con la mecánica de la pelvis, incluida la formación del canal de parto.
4. Identificar el diafragma pélvico, sus componentes, su inervación y sus funciones básicas. Indicar las diferencias entre hombres y mujeres en cuanto a las relaciones de las vías urogenitales.
5. Identificar la fascia pélvica y el peritoneo. Describir sus relaciones con la fascia abdominal y el peritoneo.
6. Identificar los plexos lumbosacros, sus orígenes segmentarios y sus ramas terminales principales. Identificar las fuentes de inervación autónoma de la pelvis. Describir las consecuencias funcionales de las lesiones en los nervios terminales principales.
7. Trazar la trayectoria de la sangre hacia y desde la pelvis mediante la descripción de los trayectos, los patrones de ramificación y la distribución de los vasos ilíacos comunes, externos e internos. Observar las relaciones de estos vasos con los órganos adyacentes, los mesenterios y las estructuras neurovasculares.
8. Identificar las principales vías de drenaje a través de la pelvis.
9. Localizar las proyecciones superficiales y los puntos de palpación de las estructuras pélvicas principales durante una exploración básica de la anatomía de superficie.
10. Identificar las estructuras más importantes de la pelvis en imágenes radiográficas y secciones transversales.

REVISIÓN

La *pelvis* es la región del tronco localizada inferior al abdomen. A pesar de que las cavidades abdominal y pélvica son continuas, suelen describirse por separado.

El término *pelvis* se emplea en lenguaje común para describir la región donde el tronco se une con los miembros inferiores. El término significa “vasija”, y se aplica

de forma más precisa al esqueleto de la región, es decir, la cintura pélvica o pelvis ósea. Por lo tanto, la pelvis es una estructura ósea con forma de cuenco.

La función principal de la pelvis ósea es transmitir el peso del cuerpo desde la columna vertebral hasta los dos fémures. Además, contiene, sostiene y protege las porciones inferiores de las vías urinarias y el tubo digestivo, así como los órganos reproductores femeninos y masculinos. También, contiene nervios, vasos sanguíneos y tejidos linfáticos importantes, y sirve como lugar de inserción para los músculos del tronco y los miembros inferiores.

La pelvis está formada por cuatro huesos: dos **huesos de la cadera (coxales)**, que forman las paredes lateral y anterior; y el **sacro** y el **cóccix**, que son parte de la columna vertebral y forman la pared posterior ([fig. 8-1](#)). Los dos huesos de la cadera se articulan entre sí anteriormente en la **sínfisis del pubis** y posteriormente con el sacro a través de las **articulaciones sacroilíacas**. Por lo tanto, la pelvis ósea forma una estructura en forma de cuenco.

PELVIS

La pelvis está dividida en dos porciones por un borde circunferencial. El **borde** está formado por el **promontorio sacro** (borde anterosuperior de la vértebra S1) posteriormente, las **líneas iliopectíneas** (líneas que discurren inferoanteriormente alrededor de la cara interna del ilion), y anteriormente por la **sínfisis del pubis** (articulación entre los cuerpos de los huesos del pubis). La **pelvis falsa (mayor)**, que limita la porción inferior de la cavidad abdominal, se localiza superior al borde circunferencial pélvico. La **pelvis verdadera (menor)** contiene la cavidad pélvica y se ubica por debajo del borde.

Orientación pélvica

Es importante recordar que la orientación correcta de la pelvis ósea en relación con el tronco requiere que el individuo se encuentre en posición anatómica. La cara anterior de la sínfisis del pubis y las **espinas ilíacas anteriores superiores** se sitúan en el mismo plano vertical. Esto significa que la superficie pélvica de la sínfisis del pubis se orienta posterosuperiormente, mientras que la cara anterior del sacro tiene una orientación anteroinferior.

Pelvis falsa (mayor)

La pelvis falsa o mayor tiene escasa relevancia clínica. Sus límites los constituyen las vértebras lumbares por detrás, las fosas ilíacas y los músculos ilíacos a los lados, y la porción inferior de la pared abdominal anterior por delante. La pelvis falsa se expande superiormente y se considera como parte de la cavidad abdominal. Sostiene el contenido abdominal y, después del tercer mes de embarazo, ayuda a sostener el útero grávido. Durante las etapas tempranas del trabajo de parto, ayuda a guiar al feto hacia la pelvis menor.

Pelvis verdadera (menor)

La anatomía de la pelvis verdadera en las mujeres es de relevancia clínica en obstetricia, pues forma el conducto óseo a través del cual pasa el feto durante el parto. La pelvis menor tiene dos aberturas (superior e inferior) y una cavidad:

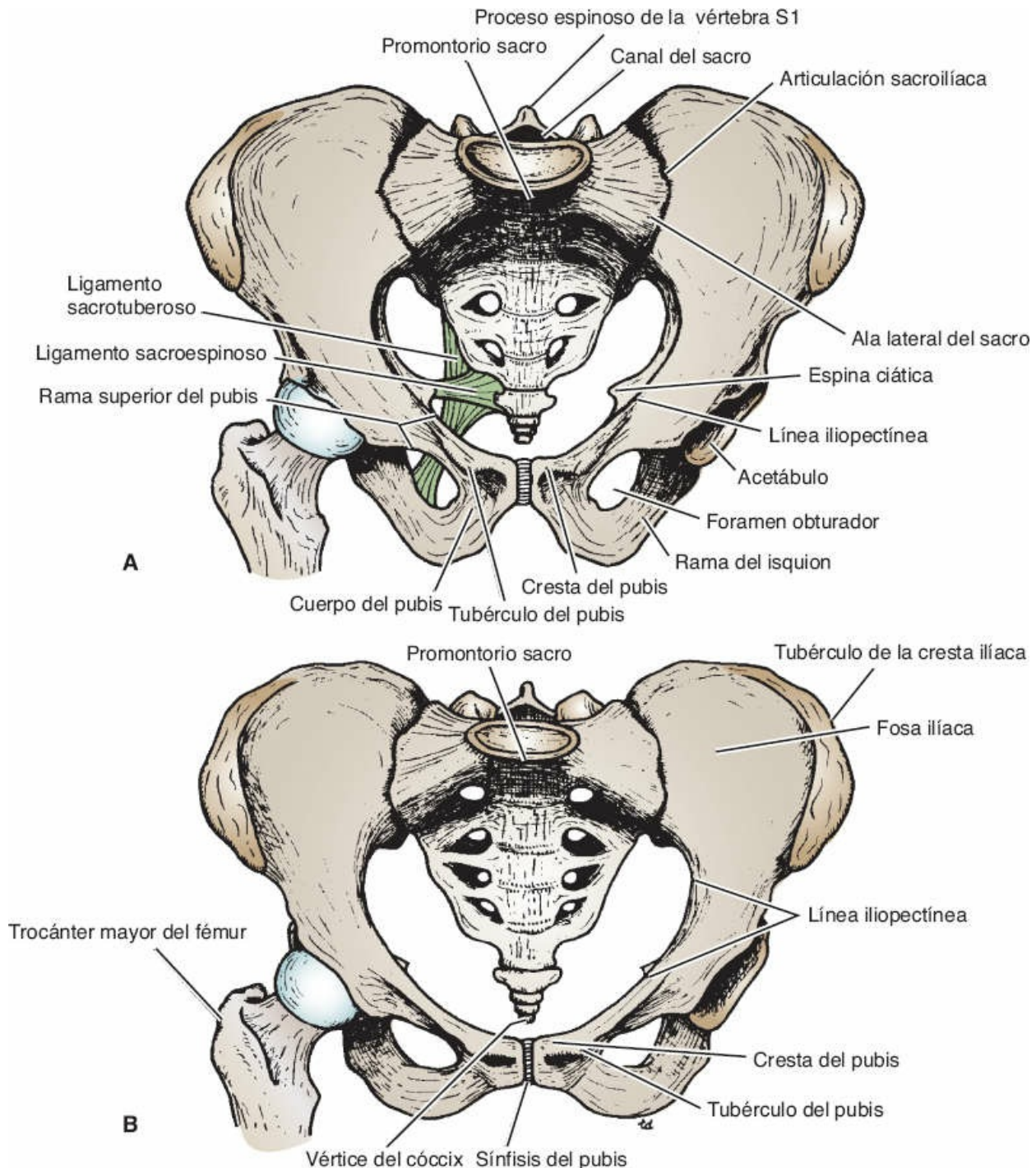


Figura 8-1 Vista anterior de la pelvis del hombre (A) y la mujer (B).

- **Entrada a la pelvis (borde circunferencial pélvico).** Sus límites son el promontorio sacro por detrás, las líneas iliopectíneas por los lados y la sínfisis del pubis por delante (figs. 8-2 y 8-3; véase también fig. 8-1).

- **Salida de la pelvis.** Sus límites son el cóccix por detrás, las **tuberosidades isquiáticas** por los lados y el **arco del pubis** por delante (véanse [figs. 8-1 a 8-3](#)). La salida de la pelvis posee tres amplias muescas. El arco del pubis se localiza anteriormente, entre las **ramas isquiopubianas**. Las escotaduras ciáticas se hallan lateralmente y se forman los **forámenes isquiáticos menor y mayor** por la presencia de los **ligamentos sacroespinoso** y **sacrotuberoso** (véanse [figs. 8-1A y 8-2](#)). Desde un punto de vista obstétrico, dado que los ligamentos sacrotuberosos son resistentes y relativamente inflexibles, se consideran parte del perímetro de la salida de la pelvis. Por lo tanto, la salida tiene forma de diamante, con las ramas isquiopubianas y la sínfisis del pubis como límites anteriores, y los ligamentos sacrotuberosos y el cóccix como límites posteriores.
- **Cavidad pélvica.** Este conducto, corto y curvo con una pared anterior poco profunda y una pared posterior mucho más marcada, se localiza entre la entrada y la salida (véase [fig. 8-2](#)).

Pared pélvica

Las paredes de la pelvis están formadas por huesos y ligamentos parcialmente revestidos por músculos cubiertos por fascia y peritoneo parietal. La pelvis tiene paredes anterior, posterior, laterales e inferior (suelo) ([fig. 8-4](#)).

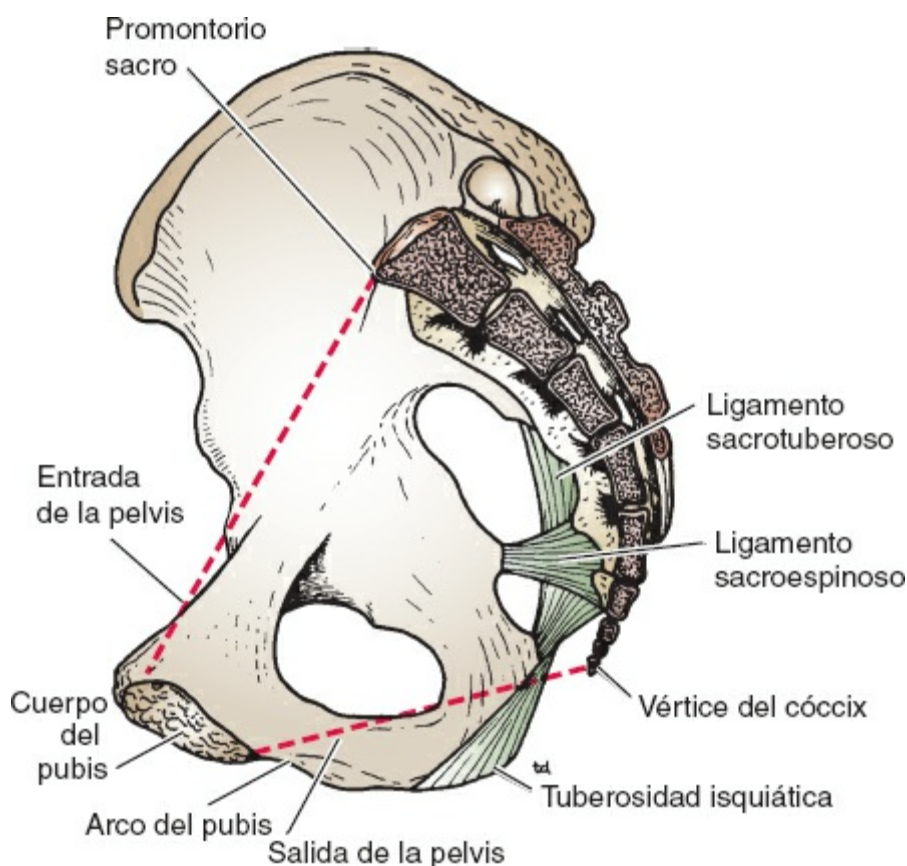


Figura 8-2 Mitad derecha de la pelvis que muestra las aberturas superior e inferior de la pelvis y los ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso.

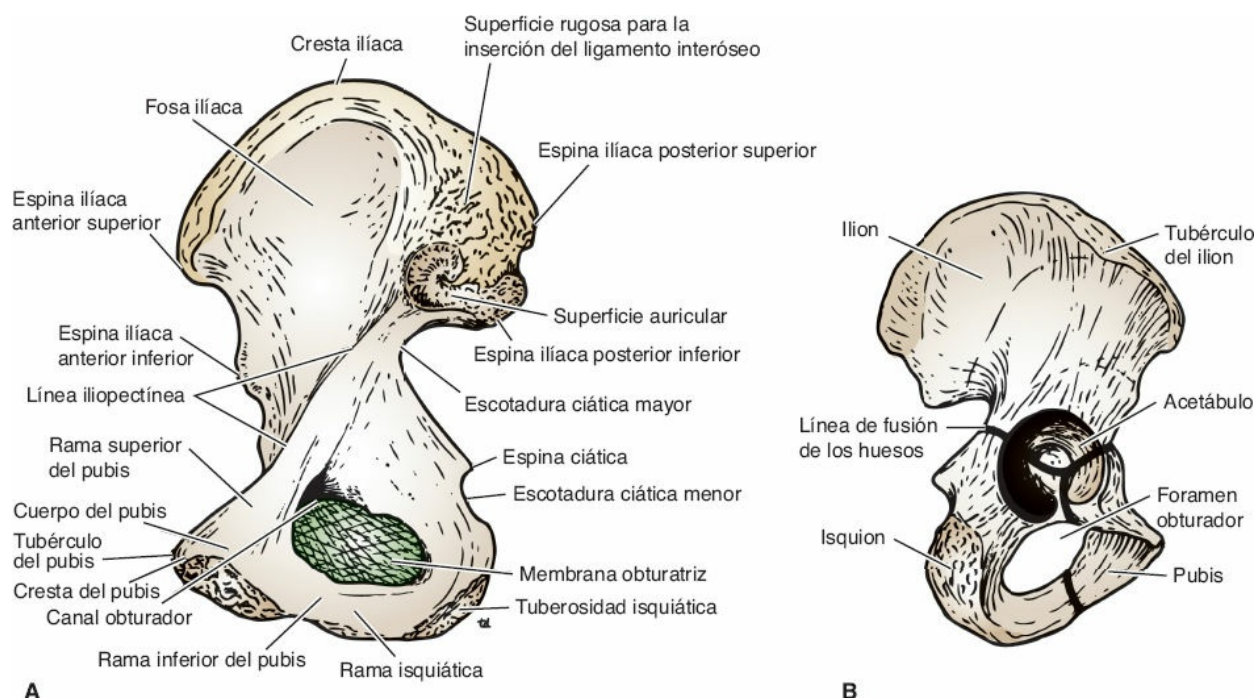


Figura 8-3 Huesos coxales derechos. **A.** Cara medial. **B.** Cara lateral. Obsérvense las líneas de fusión entre los tres huesos: ilion, isquion y pubis.

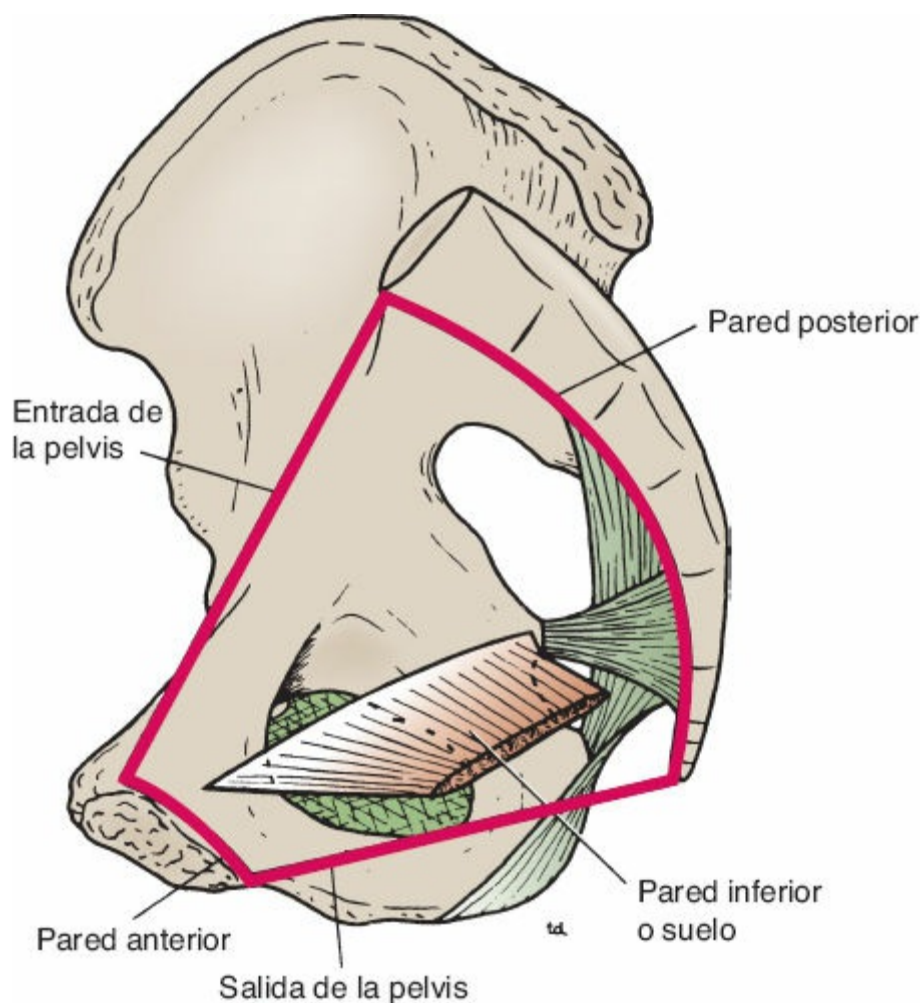


Figura 8-4 Mitad derecha de la pelvis que muestra las paredes pélvicas.

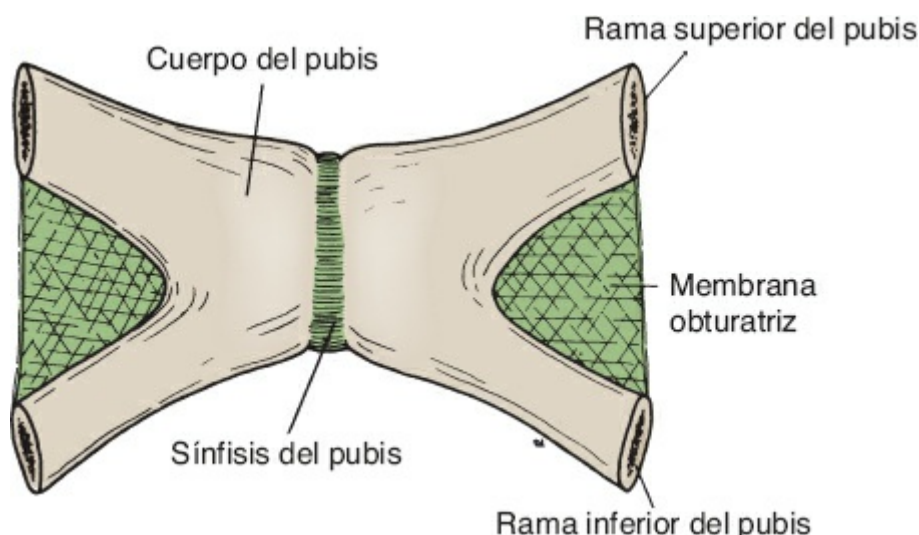


Figura 8-5 Pared anterior de la pelvis (vista posterior).

Pared anterior de la pelvis

La pared anterior de la pelvis es la menos profunda y está conformada por los cuerpos del pubis, las ramas púbicas y la sínfisis del pubis (fig. 8-5).

Pared posterior de la pelvis

La pared posterior de la pelvis es la más extensa y está compuesta por el sacro y el cóccix, así como por los músculos piriformes y su revestimiento de fascia pélvica parietal (figs. 8-6 y 8-7).

Sacro

El sacro consta de cinco vértebras rudimentarias fusionadas que forman un solo hueso en forma de cuña con una concavidad anterior (véanse figs. 8-2 y 8-6). El borde superior, o **base**, del hueso se articula con la vértebra L5. El borde inferior estrecho se articula con el cóccix. Lateralmente, el sacro se articula con los dos huesos ilíacos para formar las **articulaciones sacroilíacas** (véase fig. 8-1). El borde anterosuperior de la vértebra S1 protruye para formar el **promontorio sacro** (véase fig. 8-2). Este constituye el borde posterior de la entrada de la pelvis, y es una referencia obstétrica relevante empleada para medir el tamaño de la pelvis.

Los forámenes vertebrales sacros dan origen al **canal del sacro**. Las láminas de la vértebra S5, y en ocasiones las de la cuarta, no se unen en la línea media y forman el **hiato del sacro** (véase fig. 8-6). El canal del sacro contiene las raíces anterior y posterior de los nervios espinales lumbares, sacros y coccígeos, el filum terminal y la sustancia fibroadiposa. Además, incluye la porción inferior del espacio subaracnoideo por debajo, hasta el borde inferior de la vértebra S2 (fig. 8-8).

Las caras anterior y posterior del sacro poseen cuatro pares de **forámenes sacros posteriores** y **anteriores**, respectivamente, para el paso de los ramos anteriores y posteriores de los cuatro nervios sacros superiores (véase fig. 8-6).

El sacro suele ser más ancho en proporción con su longitud en mujeres, en comparación con los hombres. El sacro se inclina anteriormente, de manera que

forma un ángulo con la vértebra L5, el **ángulo lumbosacro**.

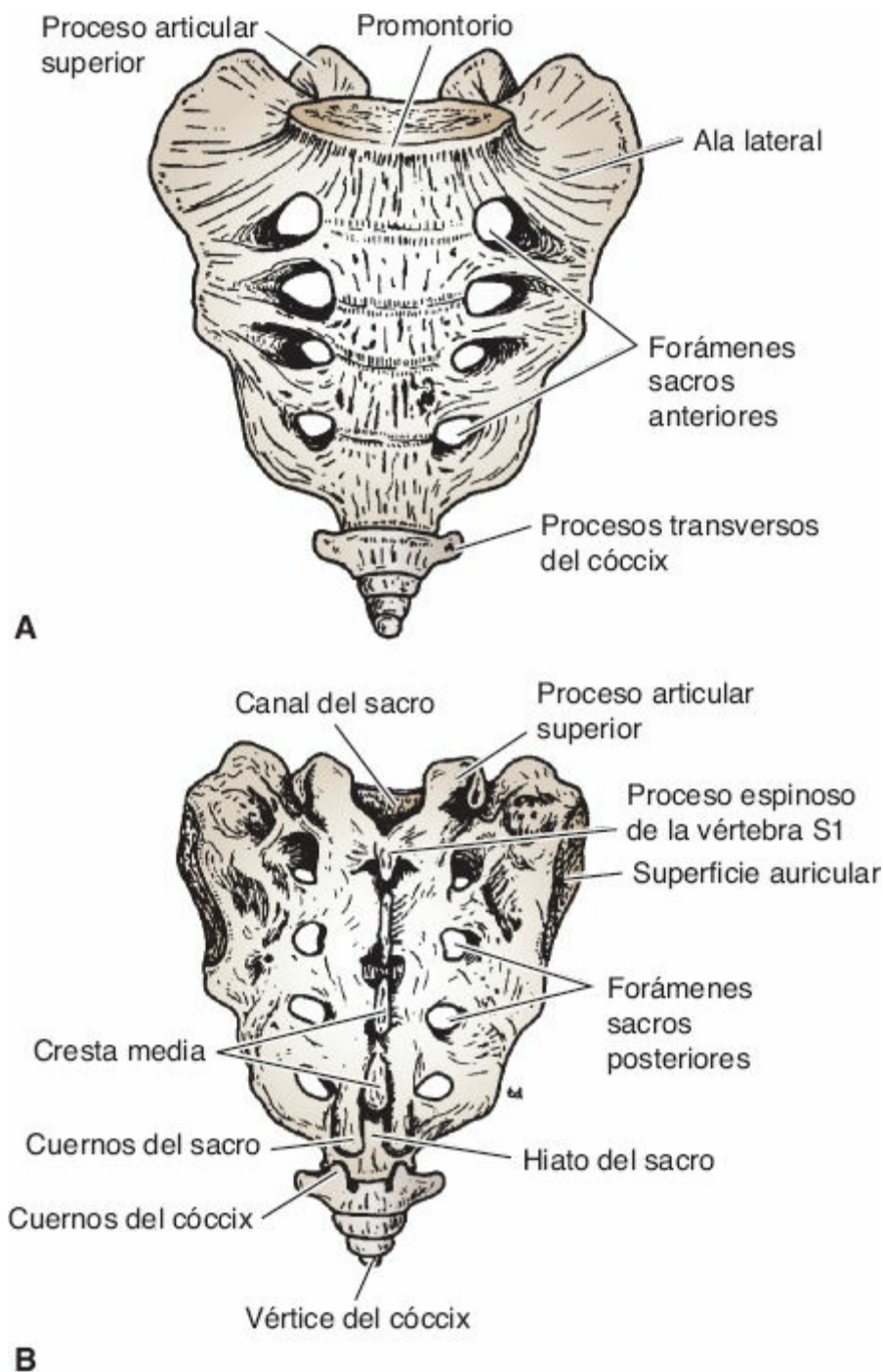


Figura 8-6 Sacro. **A.** Vista anterior. **B.** Vista posterior.

Cóccix

El cóccix consta de cuatro vértebras fusionadas para componer un solo hueso triangular y pequeño, que se articula en su base con el extremo inferior del sacro (véase [fig. 8-6](#)).

Las vértebras coccígeas solo se componen de cuerpos, pero la primera vértebra posee **procesos transversos** y **cuernos** rudimentarios. Los cuernos son los vestigios de los pedículos y procesos articulares superiores, y se proyectan superiormente para

articularse con los **cuernos del sacro**.

Músculo piriforme

El músculo piriforme emerge por delante del sacro y deja la pelvis para entrar en la región glútea al pasar lateralmente a través del foramen ciático mayor (véase [fig. 8-7](#)). Los detalles sobre el músculo piriforme se resumen en la [tabla 8-1](#).

Pared pélvica lateral

La pared pélvica lateral está formada por una parte del hueso coxal por debajo de la entrada de la pelvis, la membrana obturatriz, los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso, y el músculo obturador interno y la fascia que lo cubre.

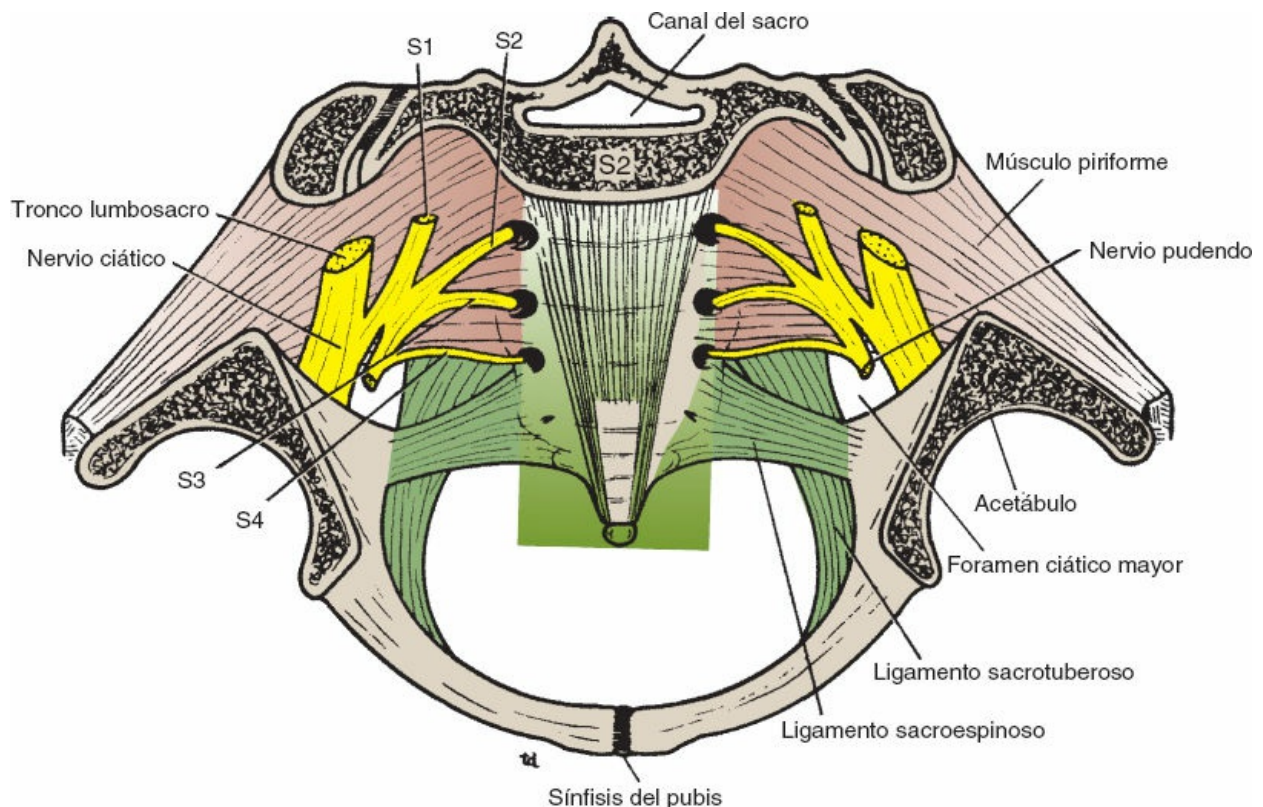


Figura 8-7 Sección horizontal a través de la pelvis que muestra la pared posterior de la pelvis.

Hueso coxal

En niños, ambos huesos coxales están formados por el **ilion**, que se ubica superiormente; el **isquion**, situado posteroinferiormente, y el **pubis**, localizado anteroinferiormente (véase [fig. 8-3](#)). Un **cartílago trirradiado** une a los tres huesos en el **acetábulo**. Durante la pubertad, estos huesos se fusionan y dan origen a un hueso grande e irregular. Los huesos coxales se articulan con el sacro en las articulaciones sacroilíacas y forman las paredes anterolaterales de la pelvis. Además, se articulan anteriormente entre sí en la sínfisis del pubis.

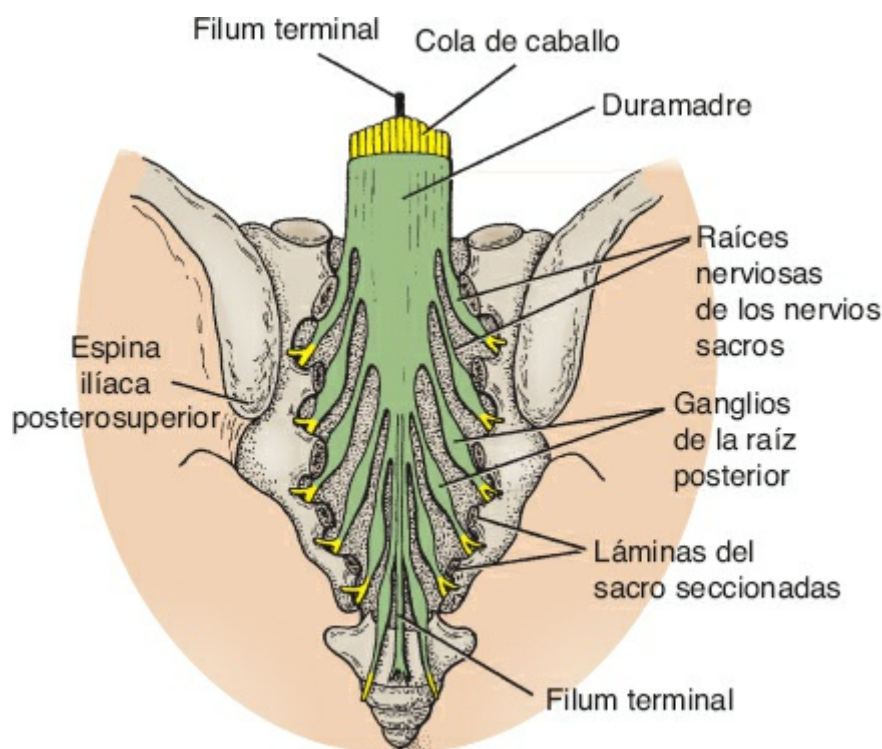


Figura 8-8 Vista posterior del sacro. Se han eliminado las láminas para mostrar las raíces de los nervios sacros dentro del canal del sacro. En el adulto, la médula espinal finaliza por debajo, en el nivel del borde inferior de la vértebra L1.

La cara externa del hueso coxal posee una depresión profunda, conocida como **acetábulo**, la cual se articula con la cabeza hemisférica del fémur (véanse [figs. 8-1](#) y [8-3](#)). En la parte posterior al acetábulo se localiza una gran muesca, la **escotadura ciática mayor**, que está separada de la **escotadura ciática menor** por la **espina ciática**. Las escotaduras ciáticas se convierten en los **forámenes ciáticos mayor y menor** por la presencia de los **ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso** (véase [fig. 8-2](#)).

El **ilion**, que constituye la porción superior del hueso coxal, posee la **cresta ilíaca** (véase [fig. 8-3](#)), que discurre entre las **espinas ilíacas anterior superior y posterior superior**. Por debajo de estas espinas, se localizan las **espinas ilíacas anterior inferior y posterior inferior** correspondientes. En la cara interna del ilion se halla la **amplia superficie articular**, para la articulación con el sacro. La **línea iliopectínea** discurre anteroinferiormente alrededor de la cara interna del ilion y sirve como límite entre la pelvis falsa y la verdadera.

El **isquion** constituye la porción posteroinferior del hueso coxal y presenta una **espina ciática** y una **tuberosidad isquiática**.

El **pubis** es la porción anterior del hueso coxal, y presenta un **cuerpo** y las **ramas púbicas superior e inferior**. El cuerpo del pubis posee la **cresta** y el **tubérculo del pubis**, se articula con el hueso púbico del lado contralateral en la **sínfisis del pubis** (véase [fig. 8-1](#)). En la porción inferior del hueso coxal hay una gran abertura, el **foramen obturador**, que está limitado por porciones del isquion y el pubis. La **membrana obturatriz** llena la mayor parte del foramen obturado (véase [fig. 8-3](#)).

Tabla 8-1 Músculos de las paredes y suelo pélvicos

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Piriforme	Anterior al ala lateral del sacro	Trocánter mayor del fémur	Plexo sacro	Rotador lateral del fémur en la articulación coxal.
Obturator interno	Membrana obturatriz y porción contigua del hueso coxal	Trocánter mayor del fémur	Nervio del músculo obturador interno del plexo sacro	Rotador lateral del fémur en la articulación coxal.
Elevador del ano	Cuerpo del pubis, fascia del obturador interno y espina ciática	Cuerpo perineal; cuerpo anocócigeo; paredes de la próstata, la vagina, el recto y el canal anal	Nervio S4, nervio pudendo	Sostén de las vísceras pélvicas; esfínter para la unión anorrectal y la vagina.
Coccígeos	Espina ciática	Extremo inferior del sacro; cóccix	Nervios S4 y S5	Ayuda al elevador del ano a sostener las vísceras pélvicas; flexiona el cóccix.

Membrana obturatriz

La membrana obturatriz es una capa fibrosa que reviste casi por completo el foramen obturado, si bien deja un espacio pequeño que se conoce como **conducto obturador**, para el paso del nervio obturador y vasos a medida que abandonan la pelvis para entrar en el muslo (véase fig. 8-3).

Ligamento sacrotuberoso

El ligamento sacrotuberoso es resistente y se extiende desde la porción lateral del sacro y el cóccix, así como la espina iliaca posterior inferior, hasta la tuberosidad isquiática (figs. 8-9 y 8-10; véanse también figs. 8-2 y 8-7).

Ligamento sacroespinoso

El ligamento sacroespinoso es resistente y con forma triangular. Su base se une con la porción lateral del sacro y el cóccix; mientras que su vértice se une con la espina ciática (véanse figs. 8-2, 8-7, 8-9 y 8-10).

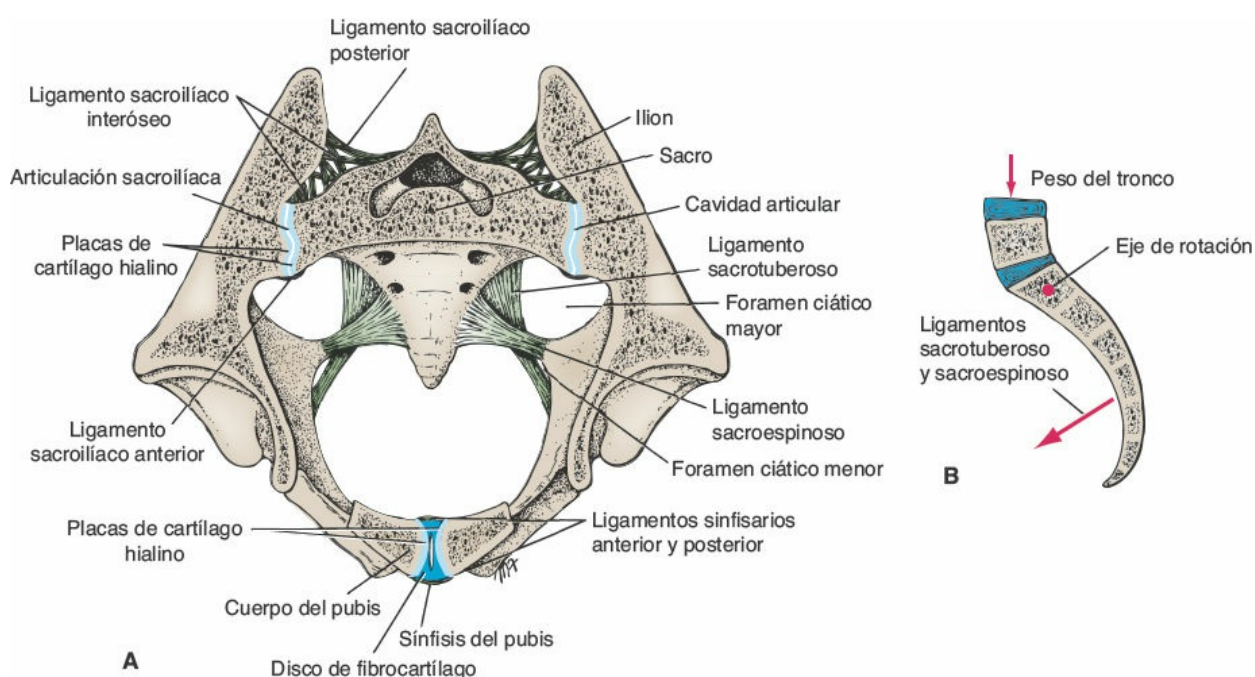


Figura 8-9 A. Sección horizontal a través de la pelvis que muestra las articulaciones sacroilíacas y la sínfisis del pubis. B. Sección sagital a través de la vértebra L5 y el sacro que muestra la función de los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso, que se oponen a la rotación del sacro provocada por la fuerza ejercida sobre este hueso por el peso del tronco.

Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso evitan que los extremos inferiores del sacro y el cóccix roten superiormente en la articulación sacroilíaca a causa del peso corporal (véase [fig. 8-9B](#)). Ambos ligamentos también convierten las escotaduras ciáticas menor y mayor en los **forámenes ciáticos menor y mayor**.

Músculo obturador interno

El músculo obturador interno se origina desde la cara pélvica del foramen obturador y la membrana obturatriz (véase [fig. 8-10](#)). Las fibras musculares convergen en un tendón que sale de la pelvis por el foramen ciático menor y se inserta en el trocánter mayor del fémur. Los detalles del obturador interno se resumen en la [tabla 8-1](#).

Pared inferior de la pelvis o suelo pélvico

El suelo pélvico sostiene las vísceras pélvicas y está compuesto por el diafragma pélvico y sus fascias asociadas.

El suelo pélvico se extiende a lo largo de la pelvis y divide a la pelvis en una cavidad superior y principal, que contiene las vísceras pélvicas, y en otra parte inferior, el periné. Los detalles del periné se ofrecen en el [capítulo 10](#).

Diafragma pélvico

El diafragma pélvico está formado por el par de músculos elevadores del ano y el músculo coccígeo, así como las fascias que los cubren ([fig. 8-11](#)). Anteriormente es incompleto, lo cual permite el paso de la uretra en hombres, y de la uretra y la vagina en mujeres. Los detalles generales de los componentes de ambos músculos se comentan en la [tabla 8-1](#).

Músculo elevador del ano

El músculo elevador del ano es una lámina muscular amplia y delgada que forma la porción más grande y anterior del diafragma pélvico. Tiene un origen lineal desde la cara posterior del cuerpo del pubis, un **arco tendinoso** compuesto por un engrosamiento de la fascia que cubre el obturador interno y la espina ciática (véase [fig. 8-11](#)). Desde este amplio origen, los grupos de fibras se incurvan en dirección inferomedial hasta su inserción ([fig. 8-12](#)) como se menciona a continuación:

1. **Fibras anteriores.** El **elevador de la próstata** o el **esfínter de la vagina** forman una lazada alrededor de la próstata o la vagina y se insertan en una masa de tejido fibroso conocida como **cuerpo perineal**, localizada por delante del canal anal. El elevador de la próstata sostiene la glándula prostática y estabiliza el cuerpo perineal. El músculo esfínter de la vagina constriñe la vagina y estabiliza el cuerpo perineal.
2. **Fibras intermedias.** El **músculo puborrectal** forma una lazada alrededor de la unión del recto con el canal anal. El **músculo pubococcígeo** pasa posteriormente para insertarse en pequeñas masas fibrosas conocidas como **cuerpo anococcígeo**, entre el vértice del cóccix y el canal anal.

3. **Fibras posteriores.** El **músculo iliococcígeo** se inserta en el cuerpo anococcígeo y el cóccix.

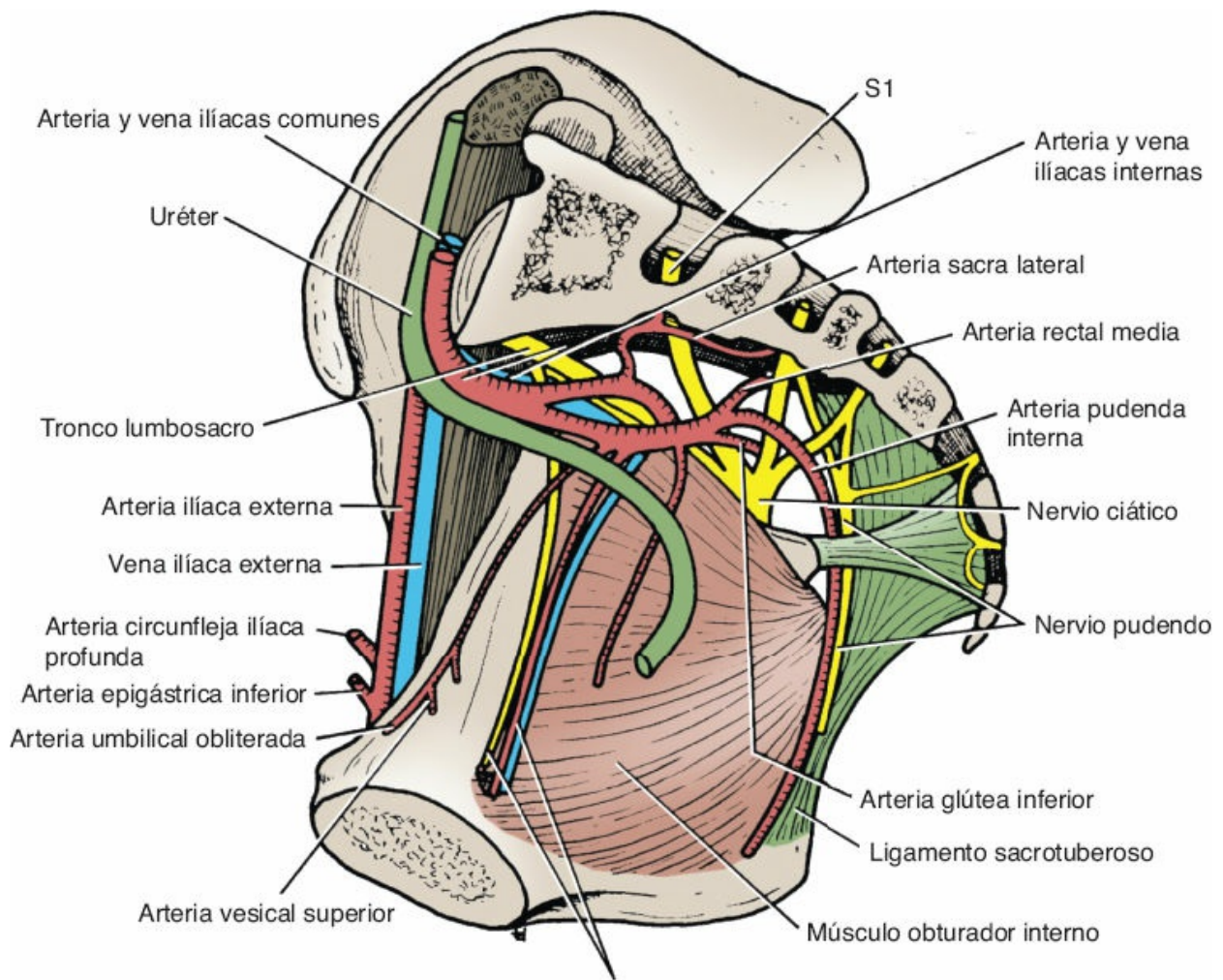


Figura 8-10 Pared lateral de la pelvis.

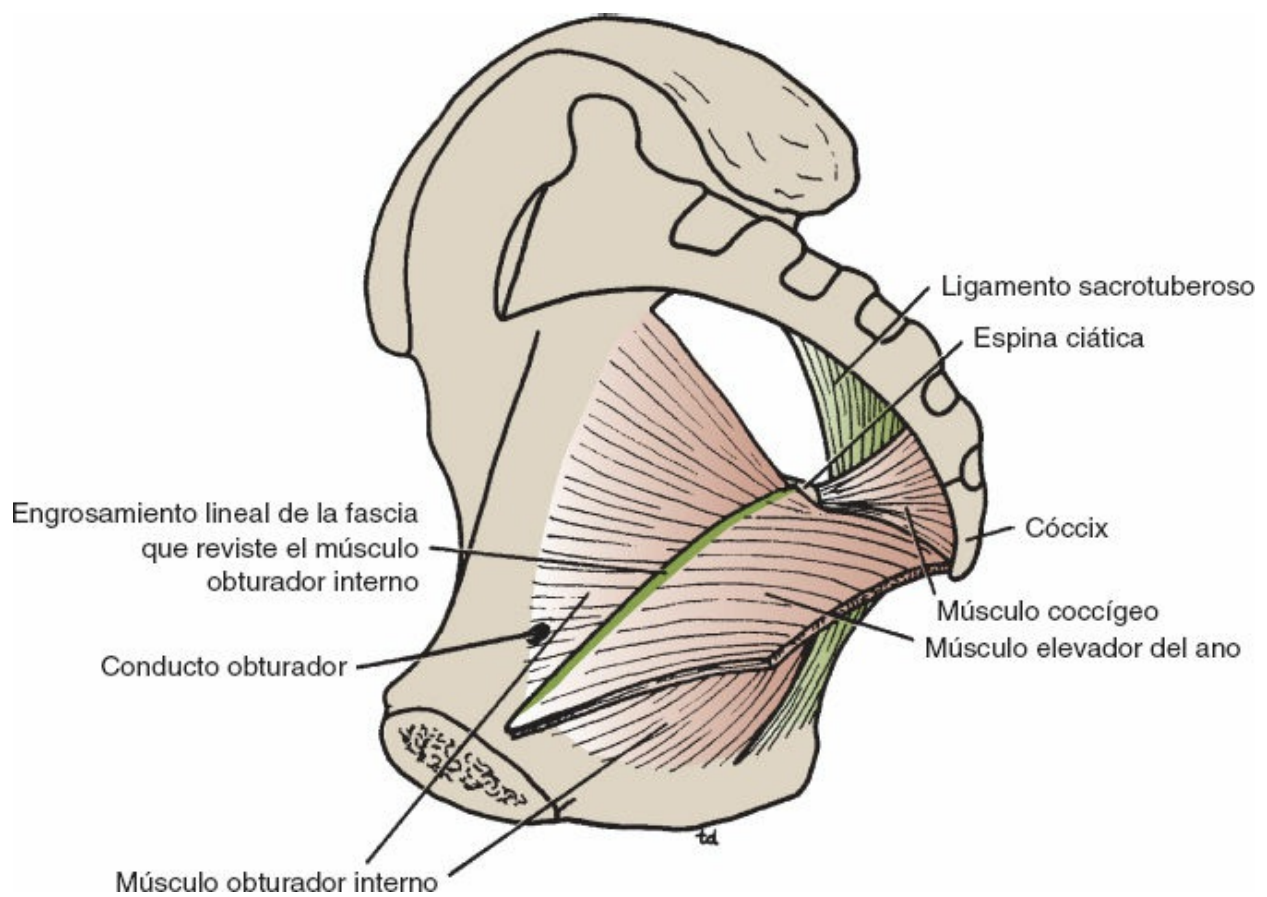


Figura 8-11 Pared inferior (suelo) de la pelvis.

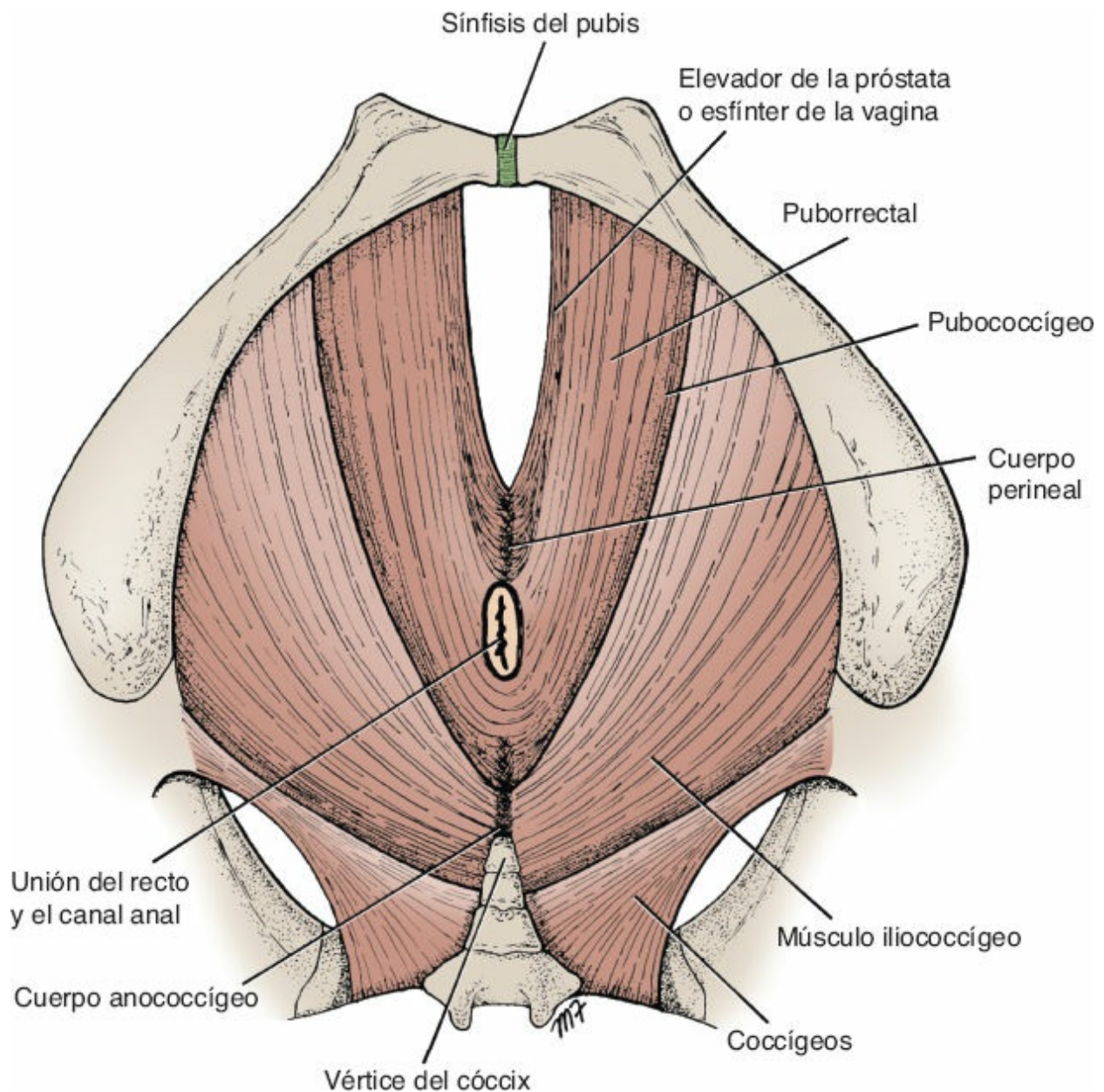


Figura 8-12 Cara inferior del músculo elevador del ano y el músculo coccígeo. Obsérvese que el músculo elevador del ano se compone de diversos grupos musculares. Los músculos elevador del ano y coccígeo, junto con las fascias que los cubren, forman un suelo muscular continuo para la pelvis, conocido como *diafragma pélvico*.

Acción

Los músculos elevadores del ano en ambos lados forman una lazada muscular que sostiene y mantiene las vísceras pélvicas en posición. Resistien el aumento de la presión intrapélvica durante la contracción de los músculos abdominales (como al toser). Además, poseen una importante acción esfinteriana sobre la unión anorrectal; en la mujer, sirven también como esfínter de la vagina.

Músculo coccígeo

Este músculo triangular forma una pequeña porción posterior del diafragma pélvico (véanse [figs. 8-11](#) y [8-12](#)).

Articulaciones pélvicas

Las cuatro articulaciones pélvicas más importantes en el adulto son el par de articulaciones sacroilíacas, la sínfisis del pubis y la articulación sacrococcígea. La pelvis inmadura presenta varias articulaciones adicionales (entre partes del ilion, el isquion y el pubis de los huesos coxales; entre las vértebras sacras). Las articulaciones vertebrales se describen con detalle en el [capítulo 2](#), mientras que las que componen el hueso coxal se estudian en el [capítulo 11](#).

Articulaciones sacroilíacas

Las articulaciones sacroilíacas son resistentes articulaciones sinoviales que se forman entre las **caras auriculares** del sacro y los **huesos ilíacos** (véase [fig. 8-9](#)). El sacro sostiene el peso del tronco y, a parte del encajamiento de las superficies articulares irregulares, la forma de los huesos contribuye poco a la estabilidad de las articulaciones. Los fuertes **ligamentos sacroilíacos posterior e interóseo** mantienen el sacro entre los dos huesos ilíacos. El **ligamento sacroilíaco anterior** es delgado y se localiza por delante de la articulación.

El peso del tronco tiende a dirigir inferiormente el extremo superior del sacro y rotar el extremo inferior del hueso superiormente (véase [fig. 8-9B](#)). Los fuertes ligamentos sacroespinoso y sacrotuberoso previenen este movimiento de rotación. El **ligamento iliolumbar** conecta el vértice del proceso transversal de la vértebra L5 con la cresta ilíaca.

Movimientos

Las articulaciones sacroilíacas permiten llevar a cabo una pequeña y limitada cantidad de movimiento. En los adultos mayores, la cavidad sinovial desaparece y la articulación se transforma en fibrosa. La función principal de estas articulaciones es transmitir el peso del cuerpo desde la columna vertebral hasta la pelvis ósea.

Inervación

La inervación viene de ramos de los nervios espinales sacros.

Sínfisis del pubis

La sínfisis del pubis es una articulación cartilaginosa localizada entre los dos huesos púbicos (véase [fig. 8-9](#)). Las superficies articulares están revestidas por una capa de cartílago hialino y conectadas entre sí mediante un disco fibrocartilaginoso. La articulación está rodeada por los ligamentos que se extienden desde un hueso púbico hasta el otro.

Movimientos

Prácticamente no es posible realizar movimientos con esta articulación.

Articulación sacrococcígea

La articulación sacrococcígea es cartilaginosa, y se localiza entre los cuerpos de la

última vértebra sacra y la primera coccígea. Los ligamentos unen los cuernos del sacro y el cóccix.

Movimientos

Esta articulación permite amplios movimientos de flexión y extensión.



Notas clínicas

Cambios articulares durante el embarazo

Durante el embarazo, la sínfisis del pubis y los ligamentos de las articulaciones sacroilíaca y sacrococcígea se distienden en respuesta a las señales hormonales. Como consecuencia de lo anterior, aumenta su movilidad y, además, el espacio potencial de la pelvis crece durante el trabajo de parto. Las hormonas responsables son los estrógenos y la progesterona producidos por los ovarios y la placenta. Otra hormona, la relaxina, sintetizada por estos mismos órganos, también puede relajar los ligamentos pélvicos.

Cambios articulares por la edad

Una vez pasada la mediana edad, se produce la obliteración de la cavidad de la articulación sacroilíaca en ambos sexos.

Enfermedad articular sacroilíaca

La articulación sacroilíaca está inervada por los nervios lumbares inferiores y sacros, por lo que su enfermedad produce dolor lumbar y dolor referido a lo largo del nervio ciático (ciática).

En una exploración física, no puede accederse a la articulación sacroilíaca. No obstante, se acerca más a la superficie en una área ubicada justo medial e inferior a la espina ilíaca posterior superior. En las afecciones de la región lumbosacra, los movimientos de la columna vertebral en cualquier dirección pueden causar dolor en la porción lumbosacra de la columna vertebral. En la enfermedad sacroilíaca, el dolor es intenso durante la rotación de la columna, y aún más al final de la flexión. Este último movimiento causa dolor porque los músculos isquiotibiales mantienen fijos los huesos coxales mientras el sacro rota anteriormente a medida que la columna vertebral se flexiona.

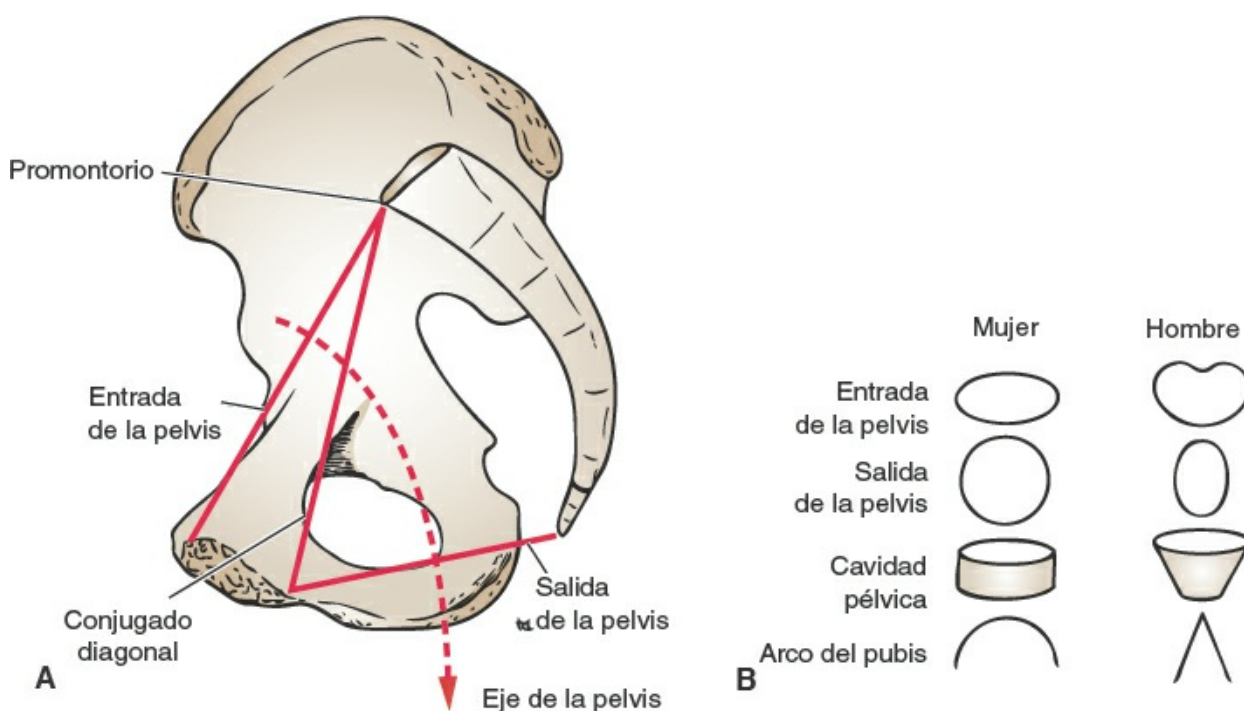


Figura 8-13 A. Entrada de la pelvis, salida de la pelvis, conjugado lateral y eje de la pelvis. B. Algunas de las principales diferencias entre la pelvis del hombre y la mujer.

Diferencias sexuales

Las diferencias anatómicas relacionadas con el sexo biológico pueden reconocerse con facilidad en la pelvis ósea. Las diferencias más evidentes se deben a la adaptación de la pelvis de la mujer para el embarazo. Los músculos más fuertes en el hombre son responsables de que los huesos sean más gruesos y muestren marcas óseas más prominentes (fig. 8-13; véase también fig. 8-1).

- La pelvis falsa es menos profunda en la mujer que en el hombre.
- La entrada de la pelvis es un óvalo transverso en la mujer, pero tiene forma de corazón en el hombre debido a la protrusión del promontorio sacro.
- La cavidad pélvica es más amplia en la mujer, y la distancia entre la entrada y la salida es mucho menor.
- La salida de la pelvis de la mujer es más ancha que la del hombre. Las espinas ciáticas están evertidas en la mujer e invertidas en el hombre.
- El sacro es más corto, ancho y plano en la mujer.
- El ángulo subpúbico, o arco del pubis, es más redondo y ancho en la mujer.



Notas clínicas

Concepto clínico. La pelvis es un cuenco con agujeros en sus paredes

Los huesos y los ligamentos forman gran parte de las paredes de la pelvis; están parcialmente revestidas por músculos (obturador interno y piriforme) cubiertos de fascia y peritoneo parietal. Las inserciones de los músculos glúteos y el músculo obturador externo se localizan en el exterior de la pelvis. Por lo tanto, la mayor parte de la pelvis ósea se halla entre músculos internos y externos.

El cuenco tiene paredes anterior, posterior y laterales, así como una pared inferior (suelo) formada por el músculo elevador del ano y los músculos coccígeos y las fascias que los cubren.

El cuenco tiene diversos agujeros. La pared posterior tiene agujeros en la cara anterior del sacro, los **forámenes sacros anteriores**, para el paso de los ramos anteriores de los nervios espinales sacros. Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso convierten las escotaduras ciáticas mayor y menor en los **forámenes ciáticos mayor y menor**. El foramen ciático mayor sirve como vía de salida, desde la pelvis verdadera hacia el interior de la región glútea, para el nervio ciático, el nervio pudendo y los nervios y vasos glúteos. El foramen ciático menor sirve como vía de entrada al periné, desde la región glútea, para el nervio pudendo y los vasos pudendos internos.

La pared pélvica lateral tiene un gran agujero, el **foramen obturador**, encerrado por la membrana obturatriz, excepto por una pequeña abertura que permite que el nervio obturador salga de la pelvis para entrar al muslo.

Pelvimetría obstétrica

La capacidad y la forma de la pelvis de la mujer son de gran relevancia en obstetricia. La pelvis de la mujer está adaptada para el parto. Es menos profunda y posee huesos más delgados que en el hombre. El tamaño de la entrada de la pelvis es similar en ambos sexos, pero en la mujer la cavidad es de mayor tamaño y es cilíndrica; la salida de la pelvis es más amplia en los diámetros anteroposterior y transversos.

En la práctica clínica, normalmente se emplean cuatro términos en relación con las áreas de la pelvis:

- La **entrada de la pelvis (borde circunferencial pélvico)** (véase fig. 8-13) está

limitada anteriormente por la sínfisis del pubis, lateralmente por las líneas iliopectíneas y posteriormente por el promontorio sacro.

- La **salida** de la pelvis verdadera (véase [fig. 8-13](#)) está limitada por delante por el arco del pubis, por los lados por las tuberosidades isquiáticas, y posteriormente por el cóccix. Los ligamentos sacrotuberosos también forman parte del borde de la salida.
- La **cavidad pélvica** es el espacio entre la entrada y la salida de la pelvis (véase [fig. 8-13](#)).
- El **eje de la pelvis** es una línea imaginaria que se une a los puntos centrales de los diámetros anteroposteriores desde la entrada hasta la salida, y es el trayecto curvo que sigue la cabeza del feto a medida que desciende por la pelvis durante el parto ([fig. 8-14A](#); véase también [fig. 8-13](#)).

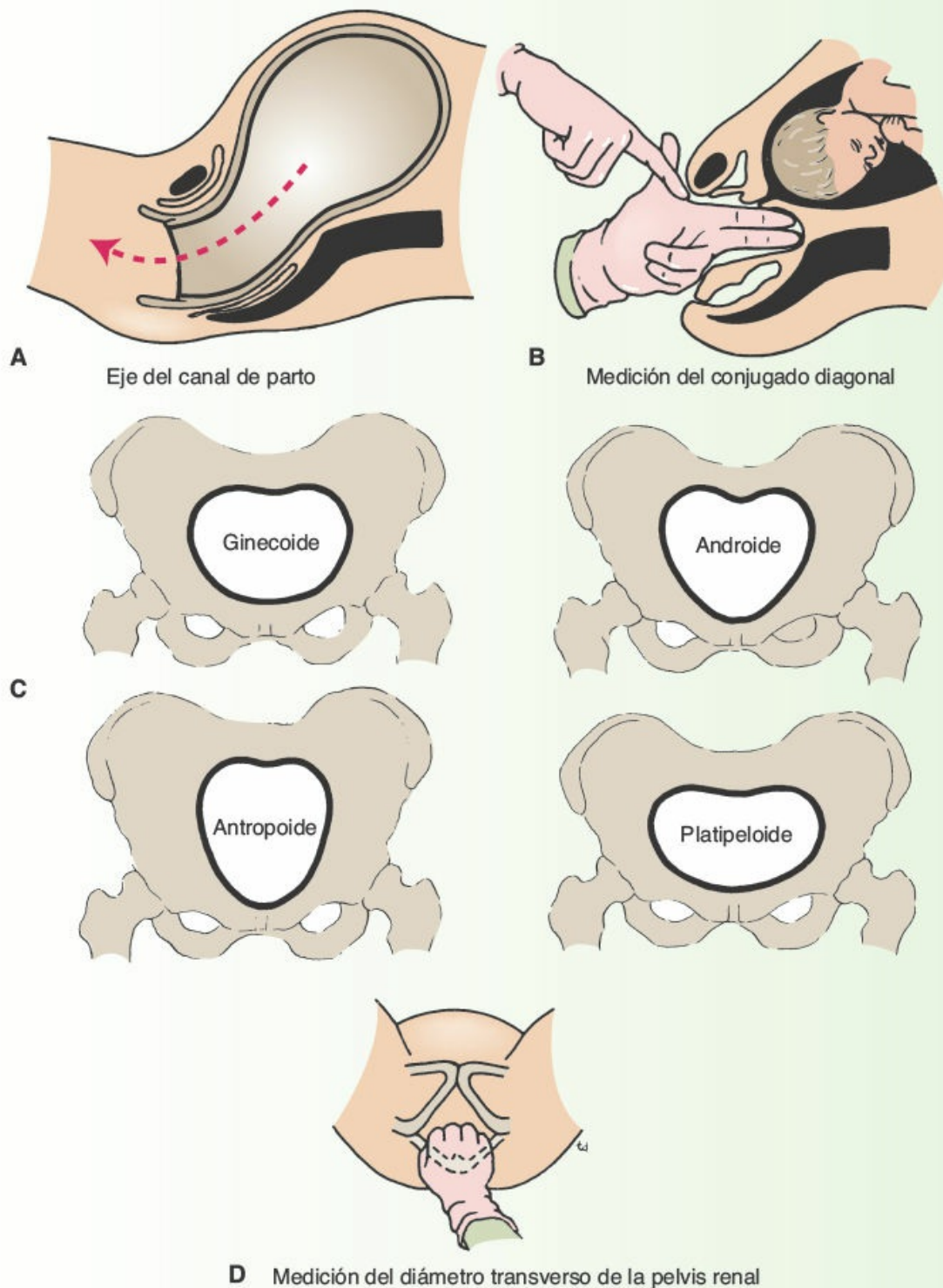


Figura 8-14 A. Canal del parto. La *línea punteada* indica el eje del canal. B. Maniobra para medir el conjugado diagonal. C. Diversos tipos de entrada de la pelvis, de acuerdo con Caldwell y Moloy. D. Estimación de la amplitud de la salida de la pelvis con el puño cerrado.

Valoración pélvica interna

La valoración pélvica interna se realiza mediante la exploración vaginal durante las últimas semanas del embarazo, cuando los tejidos pélvicos son más blandos y flexibles que al principio del embarazo. Sobre mencionar que se requiere una amplia experiencia clínica para valorar la forma y el tamaño de la pelvis a través de una exploración vaginal:

- **Arco del pubis.** Separe los dedos por debajo del arco del pubis y explore su forma. ¿Es ancho o anguloso? Los cuatro dedos del explorador deberían poder descansar cómodamente en el ángulo por debajo de la sínfisis.
- **Paredes laterales.** Palpe las paredes laterales para determinar si son cóncavas, rectas o convexas. Note la prominencia de las espinas ciáticas y la posición de los ligamentos sacroespinosos.
- **Pared posterior.** Palpe el sacro para determinar si es curvo o recto. Por último, si la paciente ha relajado lo suficiente el periné, intenta palpar el promontorio sacro. El segundo dedo de la mano del explorador se coloca en el promontorio. Después, se coloca el dedo índice de la mano libre en el punto donde la mano del explorador hace contacto sobre el borde inferior de la sínfisis. A continuación, se extraen los dedos y se mide la distancia (véase [fig. 8-14B](#)), la cual se corresponde con el diámetro **conjugado diagonal**, que generalmente es de unos 13 cm. Entonces, se estima el diámetro anteroposterior desde la articulación sacrococcígea hasta el borde inferior de la sínfisis.
- **Tuberosidades isquiáticas.** Puede estimarse la distancia entre las tuberosidades isquiáticas con el puño cerrado (véase [fig. 8-14D](#)). Esta suele ser cerca de 10 cm, pero determinar su medida exacta es complicado.

Pelvis de la mujer

Las deformidades de la pelvis pueden ser responsables de **distocia** o trabajo de parto difícil. La contracción de la pelvis puede obstruir el paso normal del feto. Es posible que ello esté indirectamente relacionado con la distocia, pues provoca alteraciones como mala presentación o mala posición del feto, rotura prematura de las membranas fetales y atonía uterina.

La causa de las deformidades pélvicas puede ser congénita o adquirida por enfermedad, mala postura o fracturas a causa de lesiones. Las deformidades pélvicas son más frecuentes en las mujeres que han crecido en un entorno con bajos recursos económicos y con desnutrición. Estas mujeres pueden haber sufrido grados leves de raquitismo durante su juventud.

La pelvis puede clasificarse en cuatro grupos morfológicos generales: ginecoide, androide, antropoide y platipeloide (véase [fig. 8-14C](#)). El tipo **ginecoide** se presenta en cerca del 41% de las mujeres; es la variante típica de la pelvis femenina, que ya se ha descrito.

El tipo **androide** se presenta en cerca del 33% de las mujeres caucásicas y el 16% de las mujeres afroamericanas; se trata de la pelvis masculina o en forma de embudo, con una salida estrecha.

El tipo **antropoide** está presente en el 24% de las mujeres caucásicas y el 41% de las mujeres afroamericanas; es estrecha, alargada y de forma ovalada.

El tipo **platipeloide**, presente únicamente en un 2% de las mujeres, es una pelvis ancha y aplanada en su borde, con el promontorio del sacro proyectado hacia adelante.

FASCIA PÉLVICA

La fascia pélvica está formada por tejido conjuntivo, y se continúa superiormente con la fascia que reviste las paredes abdominales. Inferiormente, se continúa con la fascia del periné. La fascia pélvica puede dividirse en las capas parietal y visceral.

Fascia pélvica parietal

La fascia pélvica parietal reviste las paredes de la pelvis, y se denomina de acuerdo con el músculo que engloba ([fig. 8-15](#)). En los puntos en los que el diafragma pélvico

se encuentra ausente anteriormente, con la fascia pélvica parietal se continúa, a través de la abertura, de la fascia que reviste la cara inferior del diafragma pélvico. En el periné, reviste la membrana perineal y forma la fascia profunda de esta estructura.

Fascia pélvica visceral

La capa visceral de la fascia pélvica reviste y sostiene todas las vísceras pélvicas. En ciertos puntos, la fascia se engruesa y se extiende desde las vísceras hasta las paredes pélvicas y proporciona sostén adicional. Estos engrosamientos de la fascia se conocen como *ligamentos*, y se denominan de acuerdo con sus inserciones (p. ej., los ligamentos pubovesical y rectouterino).



Notas clínicas

Ligamentos fasciales cervicales

En la mujer, los ligamentos fasciales unidos al cuello del útero tienen relevancia clínica particular debido a que ayudan en el sostén del útero y, por lo tanto, previenen el prolapso uterino (véase [cap. 9](#)). La fascia pélvica visceral alrededor del cuello del útero y la vagina suele denominarse *parametrio*.

PERITONEO PÉLVICO

El peritoneo parietal reviste las paredes pélvicas y se refleja sobre las vísceras pélvicas; se continúa con el peritoneo visceral (véase [fig. 8-15](#)). En el [capítulo 9](#) se ofrecen detalles adicionales.

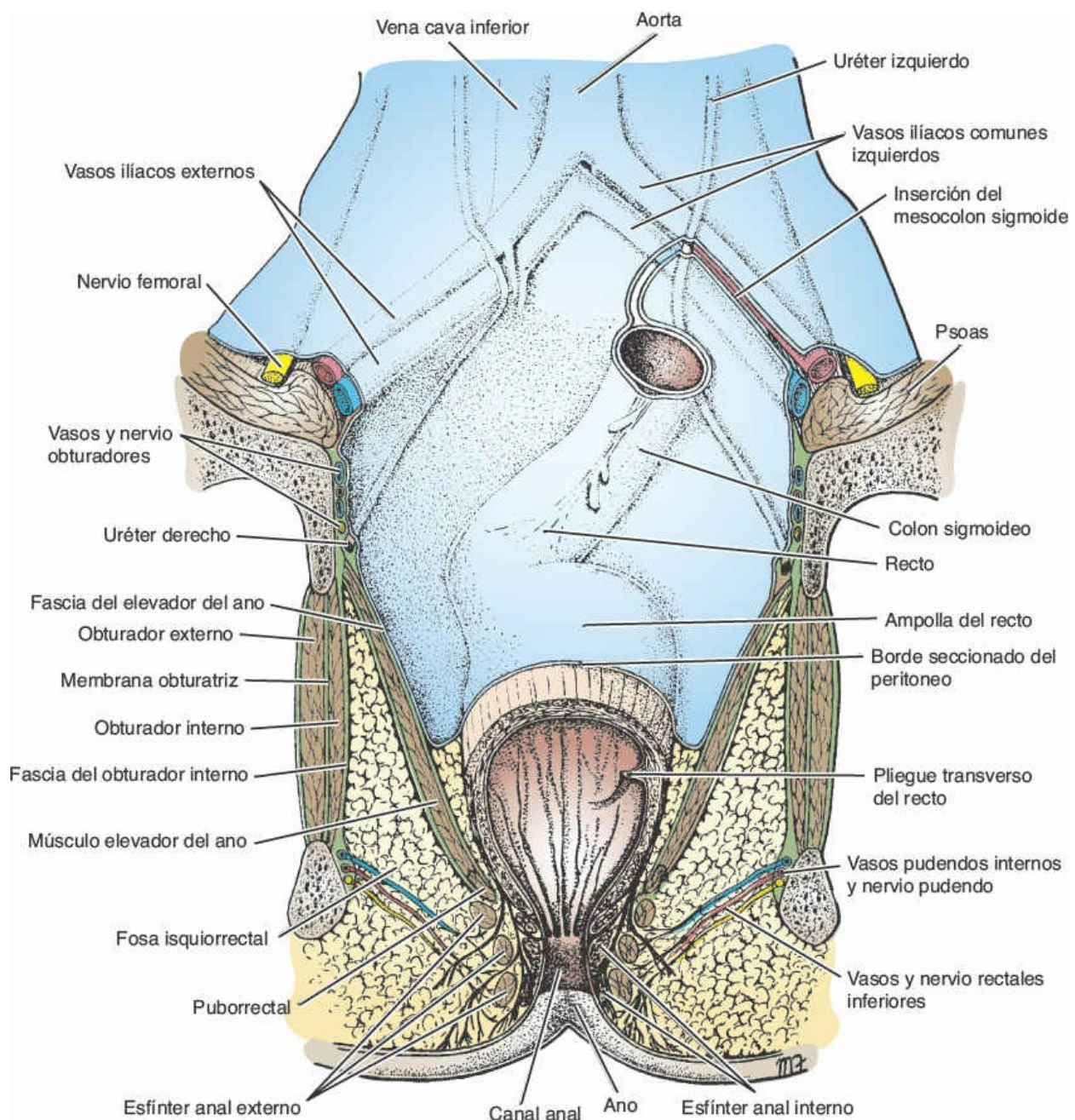


Figura 8-15 Sección coronal a través de la cara posterior de la pelvis.



Notas clínicas

Fractura de la pelvis falsa

En ocasiones, traumatismos directos pueden originar fracturas de la pelvis falsa. La porción superior del ilion no suele desplazarse debido a la inserción del músculo ilíaco en el interior y de los músculos glúteos en el exterior.

Fractura de la pelvis verdadera

El mecanismo de las fracturas de la pelvis verdadera puede comprenderse mejor si la pelvis se considera no solo como cuenco, sino como un anillo rígido (fig. 8-16). El anillo se compone de las ramas del pubis, el isquion, el acetábulo, el ilion y el sacro, unidos mediante ligamentos resistentes en las articulaciones sacroilíacas y de la sínfisis del pubis. Si el anillo se rompe en algún punto, la fractura se mantendrá estable

y no habrá desplazamiento. No obstante, las roturas en dos puntos del anillo originan una fractura inestable con desplazamiento, pues los músculos de los canales vertebrales y abdominales se acortan y elevan la porción lateral de la pelvis (véase fig. 8-16). La rotura del anillo puede presentarse no como consecuencia de una fractura, sino derivada de la alteración de las articulaciones sacroilíacas o de la sínfisis del pubis. La fractura del hueso a ambos lados de la articulación es más frecuente que la alteración de la articulación.

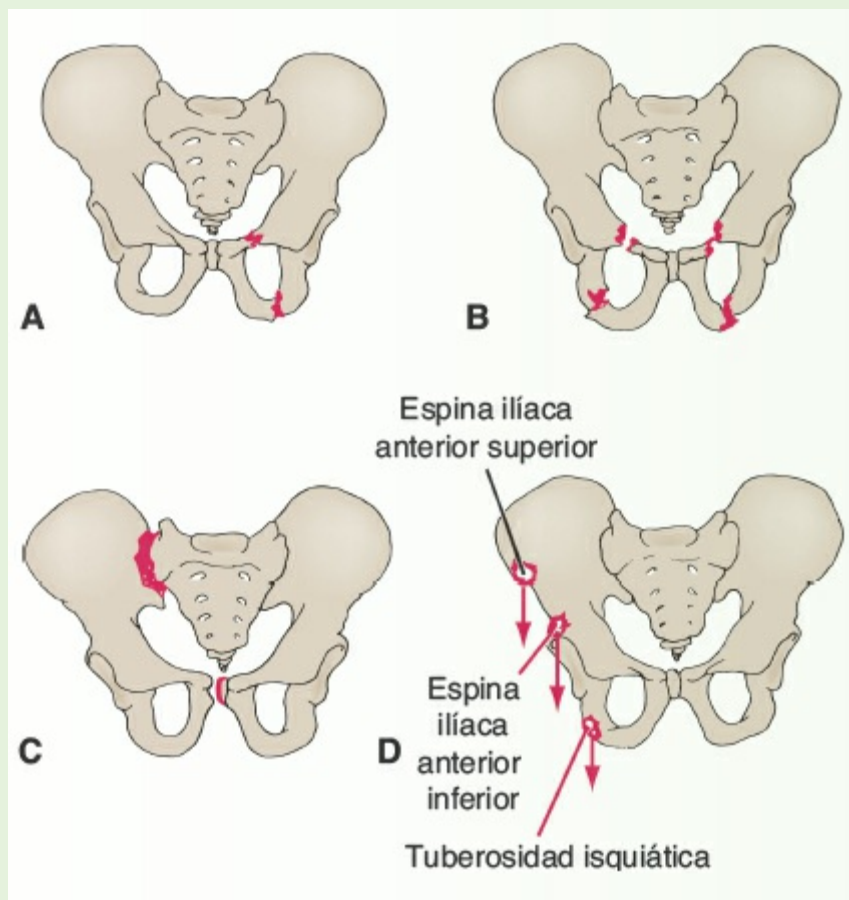


Figura 8-16 A-C. Diversos tipos de fracturas en la pelvis. D. Fracturas por avulsión de la pelvis. El músculo sartorio es el responsable de la avulsión de la espina ilíaca anterior superior; el músculo recto femoral es causante del desprendimiento de la espina ilíaca anterior inferior; y el bíceps femoral es responsable de la avulsión de la tuberosidad isquiática.

Las fuerzas responsables de la alteración del anillo óseo pueden ser la compresión anteroposterior y la compresión lateral, así como cizallamiento.

Los traumatismos sobre la pelvis verdadera pueden conducir a la fractura del ala lateral del sacro. Una caída fuerte sobre el trocánter mayor del fémur puede hacer que la cabeza del fémur atraviese el suelo del acetábulo y alcance la cavidad pélvica.

Fractura sacrococcígea

Las fracturas del ala lateral del sacro pueden presentarse como parte de una fractura pélvica. Las fracturas del cóccix resultan poco frecuentes. Sin embargo, la **coccidinia** (dolor coccígeo) es habitual y suele deberse a traumatismos directos sobre el cóccix, como al caer de las escaleras. La superficie anterior del cóccix puede palparse mediante la exploración rectal.

Fracturas pélvicas leves

Las espinas ilíacas anteriores superiores pueden desprenderse por la contracción forzada del músculo sartorio en los atletas (véase fig. 8-16). De manera similar, la espina ilíaca anterior inferior puede sufrir una fractura por avulsión por la contracción del músculo recto femoral. La tuberosidad isquiática también puede avulsionarse por la contracción de los músculos isquiotibiales. Normalmente, estas fracturas se

tratan mediante una unión fibrosa, que puede derivar en la elongación de la unidad muscular y disminución la eficacia muscular.

Anatomía de las complicaciones

Las fracturas de la pelvis menor se asocian con frecuencia con lesiones de los tejidos pélvicos blandos.

Si resultan dañadas, las finas venas pélvicas (venas ilíacas internas y sus tributarias) localizadas en la fascia parietal inferior al peritoneo parietal pueden ser el origen de una hemorragia grave potencialmente mortal.

En hombres, suele dañarse la uretra, en especial en las fracturas verticales por cizallamiento que rompen el diafragma urogenital (véase [cap. 10](#)).

La vejiga urinaria, que se localiza inmediatamente posterior al pubis en ambos sexos, en ocasiones se daña por espículas de hueso. Una vejiga llena es más propensa al daño que una vejiga vacía (véase [cap. 9](#)).

El recto se halla dentro de la concavidad del sacro, por lo que está protegido y no suele dañarse. No obstante, las fracturas del sacro o la espina ciática pueden dirigirse hacia el interior de la cavidad pélvica y dañar el recto.

Las fracturas sacras pueden causar daño nervioso. La disposición del tejido fibroso alrededor de las raíces nerviosas anterior o posterior o los ramos de los nervios espinales sacros pueden ser origen de dolor persistente.

El daño del nervio ciático puede presentarse en fracturas que ocurren en los límites de la escotadura ciática mayor. La porción peronea del nervio ciático es la que se afecta con mayor frecuencia, y provoca que el paciente consciente no pueda llevar a cabo la dorsiflexión del tobillo o que el paciente inconsciente no muestre el reflejo de retirada del pie (reflejo de Aquiles) (véase [cap. 11](#)).

Suelo pélvico

El diafragma pélvico es una lámina muscular anclada que se compone de los músculos elevador del ano y coccígeo, así como de las fascias que los cubren. Las fibras musculares en ambos lados cursan posteroinferiormente desde sus orígenes hasta alcanzar la línea media, de esta manera originan un canal que se inclina en sentido anteroinferior.

El aumento de la presión intraabdominal, provocado por la contracción del diafragma y los músculos de la pared abdominal anterolateral, puede contrarrestarse con la contracción de los músculos del suelo pélvico. Con esta acción, las vísceras pélvicas tienen sostén y no “se caen” por la salida de la pelvis. La contracción de las fibras puborrectales ayuda mucho a los esfínteres anales a la hora de mantener la continencia bajo estas condiciones al tirar de la unión anorrectal hacia arriba y hacia abajo. No obstante, durante la defecación, el elevador del ano continúa sosteniendo las vísceras pélvicas, pero las fibras puborrectales se relajan junto con los esfínteres anales.

Importancia funcional del suelo pélvico de la mujer

El suelo pélvico de la mujer tiene una función importante durante la segunda etapa del trabajo de parto ([fig. 8-17](#)). En la entrada de la pelvis, el diámetro mayor es transverso, por lo que el eje mayor de la cabeza del feto (anteroposterior) se coloca de manera transversa. Cuando la cabeza alcanza el suelo pélvico, la forma acanalada del suelo suele hacer que la cabeza rote de forma que el eje largo adquiere una orientación anteroposterior. La porción occipital de la cabeza ahora se mueve anteroinferiormente a lo largo del canal hasta que se localiza por debajo del arco del pubis. A medida que la cabeza del feto pasa a través de la porción inferior del canal de parto, el pequeño espacio existente en la porción anterior del diafragma pélvico se agranda notablemente para que la cabeza logre deslizarse hacia el interior del periné. Una vez el feto ha pasado a través del periné, los músculos elevadores del ano se retraen y recuperan su posición original.

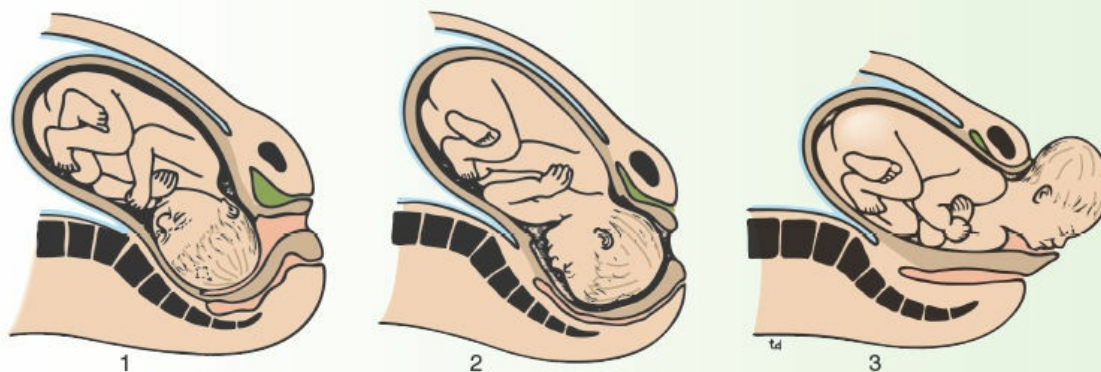


Figura 8-17 Fases de la rotación de la cabeza del feto durante la segunda etapa del trabajo de parto. La forma del suelo pélvico tiene una función importante en este proceso.

Lesión del suelo pélvico

La lesión del suelo pélvico durante un trabajo de parto complicado puede provocar la pérdida del sostén de las vísceras pélvicas, lo que conduce a **prolapsos uterino y vaginal**, hernia vesical (**cistocele**) y alteración de la posición del cuello de la vejiga y la uretra, lo cual finalmente provoca **incontinencia de esfuerzo**. En este tipo de incontinencia, la paciente tiene pérdidas de orina cuando la presión intraabdominal aumenta, como ocurre al toser. También es posible el **prolapso del recto**.

Fusión parcial de las vértebras sacras

La primera vértebra sacra (S1) puede estar parcial o completamente separada de la vértebra S2. En ocasiones, los estudios radiográficos de la columna vertebral muestran la fusión de la vértebra L5 con la vértebra S1 (véase [cap. 2](#)).

NERVIOS PÉLVICOS

Los nervios derivados de los plexos lumbar y sacro y la cadena simpática forman grandes redes a través de las paredes pélvicas. Estos ramos inervan la pelvis, el periné, el abdomen inferior y el miembro inferior.

Plexo lumbar

El plexo lumbar se localiza en la parte posterior del abdomen (véase [cap. 7](#)). Dos ramos, el tronco lumbosacro y el nervio obturador, tienen relaciones relevantes con la pared pélvica.

Tronco lumbosacro

Parte del ramo anterior del nervio L4 emerge del borde medial del músculo psoas y se une con el ramo anterior del nervio L5 para formar el **tronco lumbosacro** (figs. 8-18 y 8-19). Este tronco entra en la pelvis al pasar por delante de la articulación sacroilíaca, y unirse con el plexo sacro.

Nervio obturador

El nervio obturador es un ramo del plexo lumbar (L3-L4). Emerge del borde medial

del músculo psoas en el abdomen y acompaña el tronco lumbosacro inferiormente hacia la pelvis (véase [fig. 8-18](#)). Cruza la cara anterior de la articulación sacroilíaca y discurre anteriormente sobre la pared pélvica lateral en el ángulo entre los vasos ilíacos internos y externos (véase [fig. 8-10](#)). Al alcanzar el **conducto obturador** (porción superior del foramen obturador que no posee membrana obturatriz), se divide en **ramos anterior** y **posterior**, que pasan a través del conducto y entran en la región aductora del muslo. La distribución del nervio obturador en el muslo se comenta en el [capítulo 11](#).

Ramos pélvicos

Los ramos sensitivos inervan el peritoneo parietal sobre la pared lateral de la pelvis.

Plexo sacro

El plexo sacro se localiza en la pared pélvica posterior, por delante del músculo piriforme (véase [fig. 8-18](#)). Está compuesto por el tronco lumbosacro (véase antes) y el ramo anterior de los nervios S1 a S4 (véase [fig. 8-19](#)). El tronco lumbosacro pasa por debajo hacia la pelvis y se une con los nervios sacros a medida que emergen de los forámenes sacros anteriores.

Relaciones

- **Parte anterior.** Los vasos ilíacos internos y sus ramas, así como el recto (véase [fig. 8-10](#)).
- **Parte posterior.** El músculo piriforme (véase [fig. 8-18](#)).

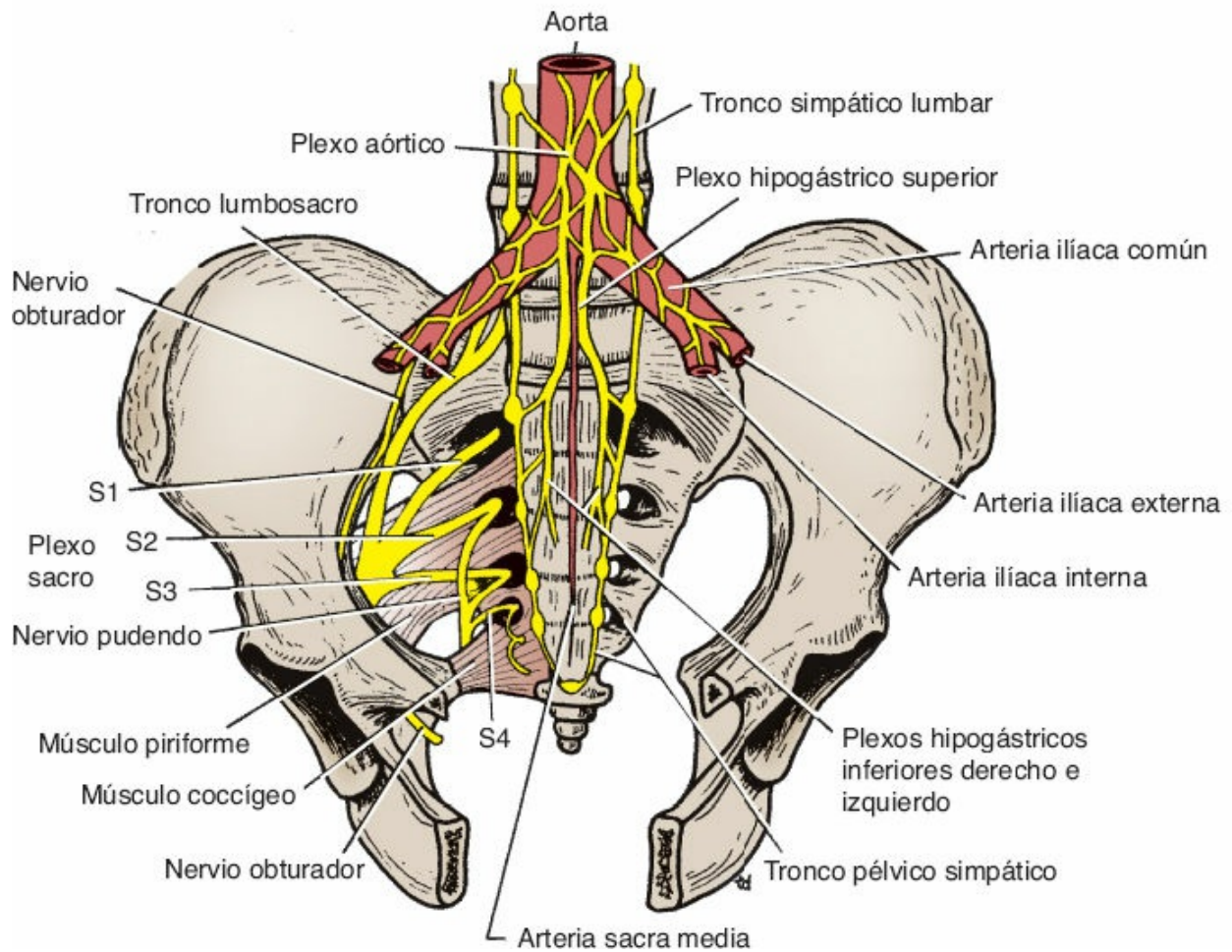


Figura 8-18 Pared pélvica posterior que muestra el plexo sacro, el plexo hipogástrico superior y los plexos hipogástricos inferiores derecho e izquierdo. También se observan porciones pélvicas de los troncos simpáticos.

Ramos

Los ramos del plexo sacro y su distribución se resumen en la [tabla 8-2](#).

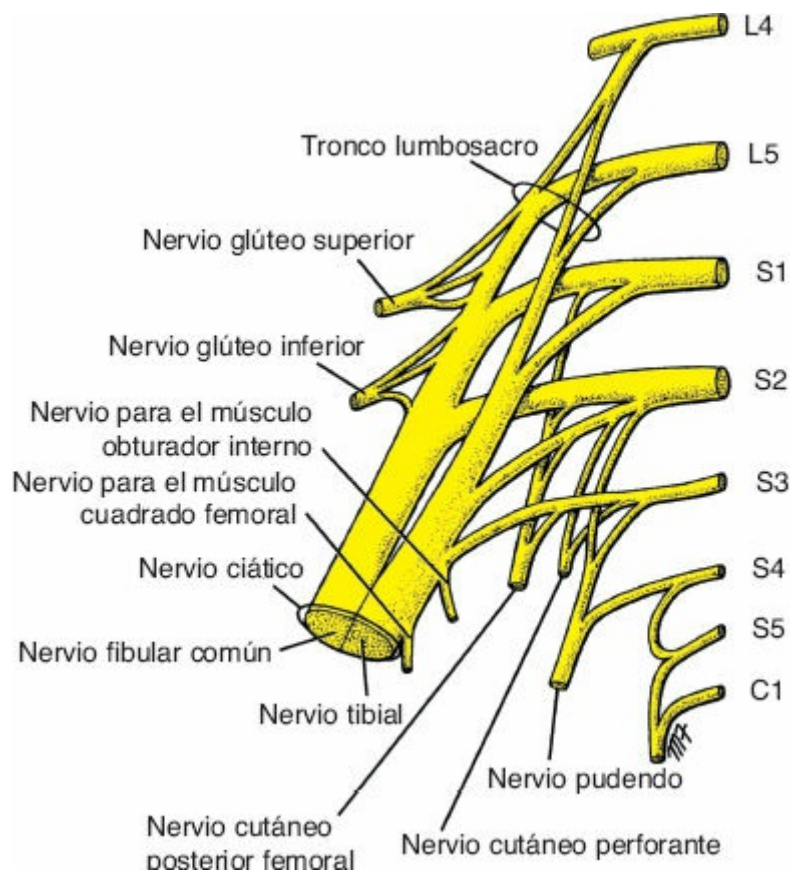


Figura 8-19 Plexo sacro.

- Ramos para el miembro inferior que salen de la pelvis a través del foramen ciático mayor (véase [fig. 8-10](#)):
 1. **Nervio ciático (L4 y L5; S1-S3).** Es el ramo de mayor tamaño del plexo y el nervio más grande del cuerpo.
 2. **Nervio glúteo superior.** Inerva los músculos glúteo medio y menor, así como el músculo tensor de la fascia lata.
 3. **Nervio glúteo inferior.** Inerva el músculo glúteo mayor.
 4. **Nervio para el músculo cuadrado femoral.** También inerva el músculo gemelo inferior.
 5. **Nervio para el músculo obturador interno.** Inerva el músculo gemelo superior.
 6. **Nervio cutáneo posterior femoral.** Inerva la piel de la nalga y la cara posterior del muslo.
- Ramos para los músculos pélvicos, las vísceras pélvicas y el periné (véanse [figs. 8-18 y 8-19](#)):
 1. **Nervio pudendo (S2-S4).** Abandona la pelvis a través del foramen ciático mayor y entra en el periné por el foramen ciático menor (véase [fig. 8-10](#)).
 2. **Nervio para el músculo piriforme.** Es un pequeño ramo solo para este músculo.
 3. **Nervios espláncnicos pélvicos.** Constituyen la porción sacra del sistema parasimpático y emergen de los nervios S2 a S4. Se distribuyen principalmente hacia las vísceras pélvicas.
- **Nervio cutáneo perforante.** Inerva la piel de la cara medial inferior de la nalga.

Tabla 8-2 Ramos y distribución del plexo sacro

RAMOS	DISTRIBUCIÓN
Nervio glúteo superior	Músculos glúteo medio, glúteo menor y tensor de la fascia lata.
Nervio glúteo inferior	Músculo glúteo mayor.

Nervio para el músculo piriforme	Músculo piriforme.
Nervio para el músculo obturador interno	Músculos obturador interno y gemelo superior.
Nervio para el músculo cuadrado femoral	Músculos cuadrado femoral y gemelo inferior.
Nervio cutáneo perforante	Piel sobre la cara interna de la nalga.
Nervio cutáneo femoral posterior	Piel sobre la cara posterior del muslo y la fosa poplíteica, así como sobre la porción inferior de la nalga, el escroto o el labio mayor.
Nervio ciático (L4, L5, S1-S3), porción tibial	Músculos isquiotibiales (semitendinoso, bíceps femoral [cabeza larga], aductor mayor), gastrocnemio, sóleo, plantar, poplíteo, tibial posterior, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo del pie, y por medio de ramos plantares mediales y laterales para los músculos de la planta del pie; ramo sural que inerva la piel de la cara lateral de la pierna y el pie.
Porción fibular común	Músculo bíceps femoral (cabeza corta) y, a través del ramo fibular profundo: músculos tibial anterior, extensor largo del dedo gordo del pie, extensor largo de los dedos, tercer fibular y extensor corto de los dedos; piel sobre la hendidura entre el primer y el segundo dedos del pie. El ramo fibular superficial inerva los músculos fibulares largo y corto, así como la piel del tercio inferior de la superficie anterior de la pierna y la cara posterior del pie.
Nervio pudendo	Los músculos del periné, incluyendo el esfínter anal externo, la membrana mucosa de la mitad inferior del canal anal, la piel perianal, la piel del pene, el escroto, el clítoris, y los labios mayores y menores.



Notas clínicas

Compresión de los nervios por la cabeza fetal

Durante las etapas tardías del embarazo, cuando la cabeza fetal ha descendido a la pelvis, la madre suele manifestar molestias o dolor que se propagan hacia uno de los miembros inferiores. Las molestias causadas por la presión de la cabeza fetal suelen aliviarse cambiando de posición, como recostarse en el borde de la cama.

Invasión de los nervios por tumores malignos

Los tumores malignos que se extienden desde vísceras vecinas invaden el plexo sacro o sus ramos. Un carcinoma del recto, por ejemplo, puede provocar dolor intratable hacia los miembros inferiores.

Dolor referido desde el nervio obturador

El nervio obturador se localiza en la pared lateral de la pelvis e inerva el peritoneo parietal. Un apéndice inflamado que desciende hacia la cavidad pélvica puede irritar las terminaciones del nervio obturador, lo que provoca dolor referido en la cara interna del muslo derecho. La inflamación de los ovarios produce síntomas similares.

Anestesia caudal (analgesia)

Es posible inyectar soluciones anestésicas en el **canal del sacro** a través del **hiato del sacro**. La solución tiene efecto sobre las raíces espinales de los segmentos sacros segundo a quinto y los segmentos coccígeos de la médula, a medida que emergen de la duramadre. Las raíces de los segmentos espinales más altos también pueden bloquearse por este método. La aguja debe estar limitada a la porción inferior del canal del

sacro, pues las meninges se extienden inferiormente hasta el borde inferior de la vértebra S2. La anestesia caudal se emplea en obstetricia para bloquear las fibras nociceptivas del cuello del útero y para anestesiar el periné.

Nervios autónomos

Las fibras simpáticas derivadas de la cadena simpática y las fibras parasimpáticas de los nervios del sacro se entrelazan para crear amplios plexos sobre las paredes pélvicas y las vísceras. Estas fibras autónomas inervan la pelvis, el periné y el intestino posterior.

Porción pélvica del tronco simpático

La porción pélvica del tronco simpático se continúa superiormente, posterior a los vasos ilíacos comunes, con la porción abdominal (véase [fig. 8-18](#)). Discurre inferiormente posterior al recto por delante del sacro, medial a los forámenes sacros anteriores. El tronco simpático tiene cuatro o cinco ganglios segmentarios. Por debajo, ambos troncos convergen y se unen por delante del cóccix.

Ramos

- **Ramos comunicantes grises** hacia los nervios sacros y coccígeos.
- **Fibras que se unen a los plexos hipogástricos.**

Nervios espláncnicos pélvicos

Los nervios espláncnicos pélvicos forman la porción parasimpática del sistema nervioso autónomo dentro de la pelvis. Las fibras preganglionares emergen desde los **nervios S2 a S4**, y hacen sinapsis con los ganglios en el plexo hipogástrico inferior o en las paredes de las vísceras.

Algunas de estas fibras parasimpáticas ascienden a través de los plexos hipogástricos, y de allí hacia el plexo mesentérico inferior mediante el plexo aórtico. Desde ahí, las fibras se distribuyen junto con ramas de la arteria mesentérica inferior para inervar el intestino grueso desde la flexura cólica izquierda hasta la mitad superior del canal anal.

Plexo hipogástrico superior

El plexo hipogástrico superior se localiza por delante del promontorio del sacro (véase [fig. 8-18](#)). Este se forma como una continuación del plexo aórtico a partir de ramos de los ganglios simpáticos lumbares tercero y cuarto. Contiene fibras nerviosas parasimpáticas sacras y simpáticas, así como nervios aferentes viscerales. El plexo hipogástrico superior se divide inferiormente para formar los **nervios hipogástricos derecho e izquierdo**.

Plexos hipogástricos inferiores

Los plexos hipogástricos inferiores se localizan a cada lado del recto, la base de la

vejiga y la vagina (véase [fig. 8-18](#)). Cada plexo está formado por un nervio hipogástrico (del plexo hipogástrico superior) y por nervios esplácnicos pélvicos. Contiene fibras simpáticas posganglionares, fibras parasimpáticas preganglionares y posganglionares y aferentes viscerales. Algunos ramos alcanzan las vísceras pélvicas a través de pequeños plexos secundarios.

ARTERIAS PÉLVICAS

Diversas arterias discurren por las paredes pélvicas. Las arterias ilíacas comunes y externas se relacionan con el borde circunferencial pélvico. Las arterias ilíaca interna, rectal superior, ovárica y sacra media entran en la cavidad pélvica. Las arterias relacionadas con las paredes pélvicas se distribuyen de manera compacta dentro de la cavidad pélvica y sus patrones de ramificación a partir de su origen son variables. No obstante, estos vasos siempre finalizan donde se supone que deben hacerlo. Por lo tanto, identificar las arterias según su destino es más fiable que hacerlo por su origen.

Arteria ilíaca común

Cada una de las arterias ilíacas comunes finaliza en la entrada de la pelvis por delante de la articulación sacroilíaca mediante su división en las arterias ilíacas externa e interna (véanse [figs. 8-10](#) y [8-18](#)).

Arteria ilíaca externa

La arteria ilíaca externa discurre a lo largo del borde medial del músculo psoas, siguiendo el borde circunferencial pélvico (véase [fig. 8-10](#)), y origina las ramas **epigástrica inferior** y **circunfleja ilíaca profunda**. Sale de la pelvis falsa por debajo del ligamento inguinal para convertirse en la **arteria femoral**.

Arterias de la pelvis menor

Las siguientes arterias entran en la cavidad pélvica:

- **Arteria ilíaca interna**
- **Arteria rectal superior**
- **Arteria ovárica**
- **Arteria sacra media**

Arteria ilíaca interna

La arteria ilíaca interna desciende en la pelvis hasta el borde superior del foramen ciático mayor, donde se divide en anterior y posterior (véase [fig. 8-10](#)). Las ramas de estas divisiones irrigan las vísceras pélvicas, el periné, las paredes pélvicas y las nalgas. El origen de las ramas terminales es variable, pero la disposición habitual se muestra en el [diagrama 8-1](#).

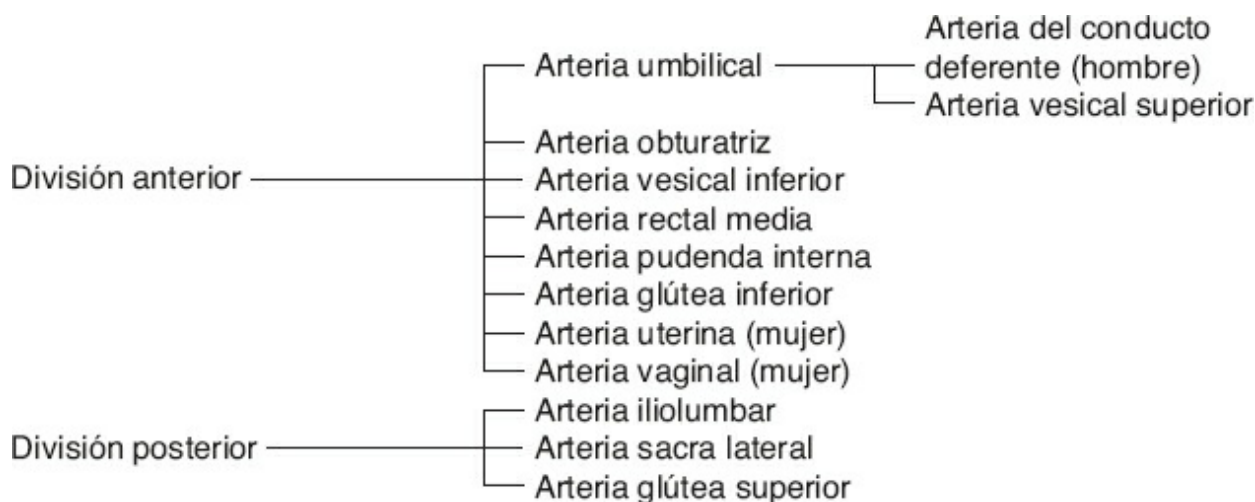


Diagrama 8-1 Ramas de la arteria iliaca interna.

Ramas de la división anterior

- **Arteria umbilical.** La **arteria vesical superior** se origina desde la porción proximal y permeable de la arteria umbilical. Irriga la porción superior de la vejiga (véase [fig. 8-10](#)). Además, da lugar a la **arteria del conducto deferente**.
- **Arteria obturatriz.** Esta arteria discurre anteriormente a lo largo de la pared lateral de la pelvis junto con el nervio obturador y sale de la pelvis a través del conducto obturador.
- **Arteria vesical inferior.** Esta arteria irriga la base de la vejiga, la próstata y las vesículas seminales del hombre.
- **Arteria rectal media.** Habitualmente, esta arteria se origina junto con la arteria vesical inferior (véase [fig. 8-10](#)). Irriga el músculo de la porción inferior del recto y se anastomosa con las **arterias rectales superiores e inferiores**.
- **Arteria pudenda interna.** Esta arteria sale de la pelvis por el foramen ciático mayor por debajo del músculo piriforme (véase [fig. 8-10](#)). A continuación, se curva alrededor de la espina ciática (junto con el nervio pudendo) y entra en el periné a través del foramen ciático menor. Se dirige anteriormente dentro del **canal pudendo** junto con el nervio pudendo. Sus ramas irrigan los músculos del canal anal y la piel y los músculos del periné.
- **Arteria glútea inferior.** Esta arteria sale de la pelvis por el foramen ciático mayor inferior al músculo piriforme (véase [fig. 8-10](#)). Pasa entre los nervios sacros primero y segundo o segundo y tercero.
- **Arteria uterina.** Esta arteria discurre medialmente sobre el suelo de la pelvis y **cruza superiormente el uréter** (véase [cap. 9](#)). Pasa posterior al **fórnix lateral de la vagina** para llegar al útero. En este punto, asciende entre las capas del ligamento ancho a lo largo del borde lateral del útero. Finaliza siguiendo la trompa uterina lateralmente, donde se anastomosa con la arteria ovárica. La arteria uterina da origen a una rama vaginal.
- **Arteria vaginal.** Esta arteria suele ser el equivalente de la arteria vesical inferior del hombre. Irriga la vagina y la base de la vejiga.

Ramas de la división posterior

- **Arteria iliolumbar.** Esta arteria asciende por la entrada de la pelvis posterior a los vasos ilíacos externos y los músculos psoas e ilíaco.
- **Arterias sacras laterales.** Estas arterias descienden anteriores al plexo sacro, y dan origen a ramas para las estructuras adyacentes; entran por los forámenes sacros anteriores (véase [fig. 8-10](#)).
- **Arteria glútea superior.** Esta arteria abandona la pelvis por el foramen ciático mayor por encima del músculo piriforme. Irriga la región glútea.

Arteria rectal superior

La arteria rectal superior es una continuación directa de la **arteria mesentérica inferior**. El nombre cambia conforme cruza la arteria ilíaca común. Irriga la membrana mucosa del recto y la mitad superior del canal anal.

Arteria ovárica

La arteria ovárica emerge de la porción abdominal de la aorta a nivel de la vértebra L1. Es delgada y larga, y pasa inferolateralmente posterior al peritoneo. Cruza la arteria ilíaca externa en la entrada a la pelvis y entra en el **ligamento suspensorio del ovario**. Después, se dirige hacia el **ligamento ancho** y entra en el ovario por medio del **mesoovario**. La **arteria testicular** entra en el conducto inguinal y no entra en la pelvis.

Arteria sacra media

La arteria sacra media es una pequeña arteria que emerge de la bifurcación de la aorta (véase [fig. 8-18](#)). Desciende sobre la cara anterior del sacro y el cóccix.

La distribución de las ramas viscerales de las arterias pélvicas se comenta en detalle en el [capítulo 9](#), con cada una de las vísceras.

VENAS PÉLVICAS

En la mayoría de los casos, las venas pélvicas se corresponden con las arterias pélvicas. La **vena ilíaca externa** se inicia posterior al ligamento inguinal como continuación de la **vena femoral**. Discurre a lo largo de la cara medial de la arteria correspondiente y se une con la **vena ilíaca interna** para formar la **vena ilíaca común** (véase [fig. 8-10](#)). Recibe las **venas epigástrica inferior** y **circunfleja ilíaca profunda**.

La **vena ilíaca interna** nace de la unión de las tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria ilíaca interna. Se dirige superiormente por delante de la articulación sacroilíaca y se une con la **vena ilíaca externa** para formar la **vena ilíaca común** (véase [fig. 8-10](#)).

Las **venas sacras medias** acompañan a la arteria correspondiente, y finalizan cuando se unen con la **vena ilíaca común izquierda**.

VASOS LINFÁTICOS PÉLVICOS

Los vasos y nódulos linfáticos están dispuestos en una cadena a lo largo de los vasos sanguíneos principales. Los nódulos reciben su nombre en relación con los vasos sanguíneos con los que se asocian. Por lo tanto, existen nódulos ilíacos externos, ilíacos internos e ilíacos comunes.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

En la pared pélvica de una persona de complejión media, las estructuras que pueden palparse con facilidad son diversas. También pueden palparse partes significativas de las vías urinarias mediante manipulaciones adecuadas. Colectivamente, constituyen puntos de referencia superficiales que ayudan a orientar al personal sanitario que realiza la exploración física o un procedimiento.

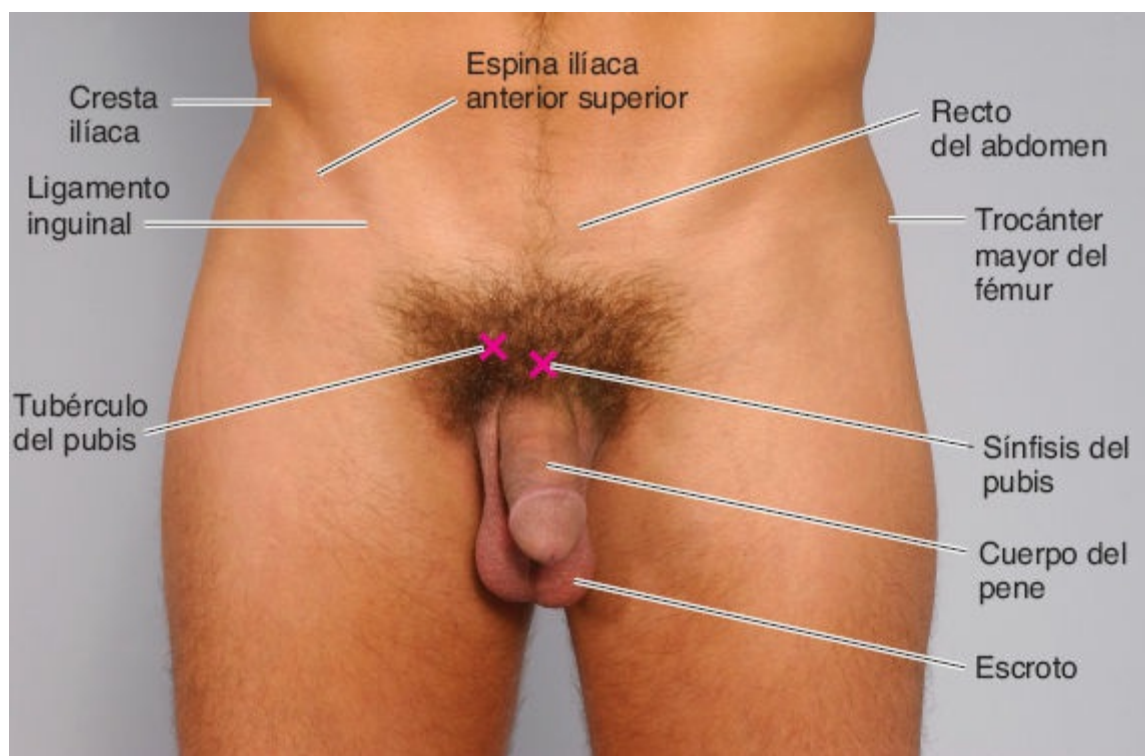


Figura 8-20 Vista anterior de un hombre caucásico que muestra la anatomía de superficie de la región pélvica e inguinal (modificado de: Moore KL, Dalley AF II, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy*. 8th ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer, 2018: Fig. 6.61).

Cresta ilíaca

La cresta ilíaca puede palparse a lo largo de toda su longitud (figs. 8-20 a 8-22).

La **espina ilíaca anterior superior** se localiza en el extremo anterior de la cresta ilíaca, y se halla en el extremo superolateral del pliegue de la ingle (véanse figs. 8-20 a 8-22).

La **espina ilíaca posterior superior** se localiza en el extremo posterior de la cresta ilíaca (véase fig. 8-22). Se halla en el fondo de un pequeño hoyuelo y al nivel

del segundo proceso espinoso sacro, que coincide con el límite inferior del espacio subaracnoideo. También coincide con el nivel medio de la articulación sacroilíaca.

Tubérculo y cresta del pubis

El **tubérculo del pubis** puede palparse en el borde superior del pubis (véanse [figs. 8-20](#) a [8-22](#)). El extremo medial del ligamento inguinal se inserta aquí. El tubérculo puede palparse con facilidad en el hombre mediante la invaginación del escroto desde la cara inferior con el dedo del explorador. En la mujer, el tubérculo del pubis puede palparse a través del borde lateral del labio mayor.

La **cresta del pubis** es un rodete óseo en la cara superior del hueso púbico, medial al tubérculo del pubis (véanse [figs. 8-1](#) y [8-22](#)).

Sínfisis del pubis

La sínfisis del pubis (véanse [figs. 8-1](#) y [8-22](#)) se localiza en la línea media entre los cuerpos de los huesos púbicos, y es posible palparla como una estructura sólida a través de la grasa presente en esta región.

Sacro y cóccix

Los **procesos espinosos** del sacro (véase [fig. 8-22](#)) están fusionados entre sí en la línea media para formar la **cresta sacra media**. La cresta puede palparse debajo de la piel en la porción superior del surco interglúteo.

El **hiato del sacro** se localiza en la cara posterior del extremo inferior del sacro, en donde finaliza el espacio extradural. El hiato se halla cerca de 5 cm por encima del vértice del cóccix y por debajo de la piel del surco interglúteo.



Figura 8-21 Vista anterior de una mujer caucásica que muestra la anatomía de superficie de las regiones pélvica e inguinal (modificado de: Moore KL, Dalley AF II, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy*. 8th ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer, 2018: Fig. 6.67).

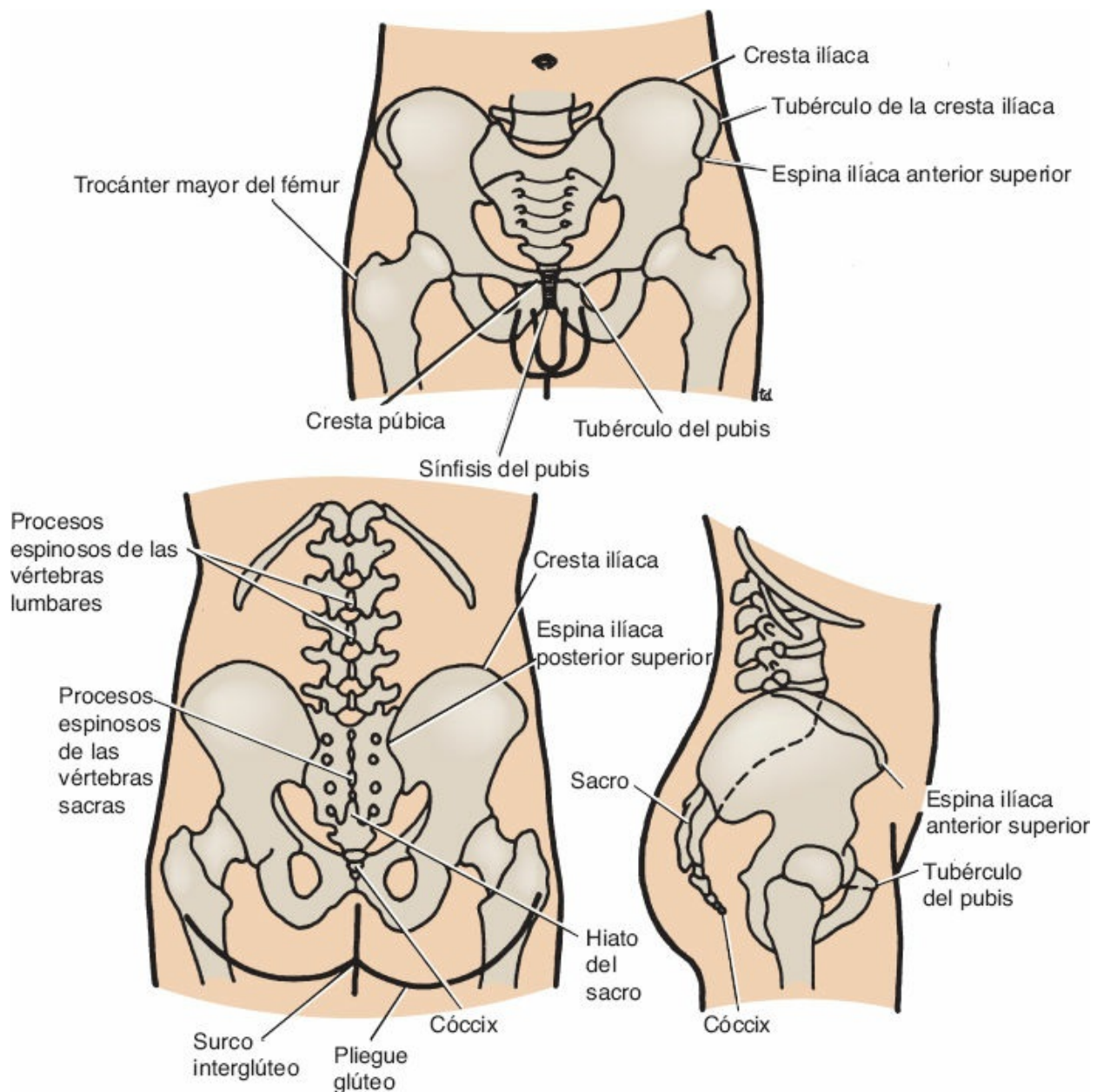


Figura 8-22 Relaciones entre las diversas partes de la pelvis y la superficie corporal.

La cara inferior y el vértice del **cóccix** pueden palparse en el surco interglúteo, cerca de 2,5 cm por detrás del ano. La cara anterior del cóccix puede palparse con el dedo enguantado dentro del canal anal.

Vejiga urinaria

En adultos, la vejiga vacía es un órgano pélvico que se localiza posterior a la sínfisis del pubis. A medida que la vejiga se llena, asciende por encima de la pelvis, hacia el abdomen, donde es posible palparla a través de la pared abdominal anterior sobre la sínfisis del pubis ([fig. 8-23A](#)). El peritoneo que reviste la vejiga distendida se desprende de la pared abdominal anterior, por lo que la cara anterior de la vejiga está en contacto directo con la pared abdominal (*véase* [cap. 9](#)).

En niños de hasta 6 años, la vejiga es un órgano abdominal incluso cuando está

vacía, pues la cavidad pélvica no tiene suficiente capacidad para albergarla. El cuello de la vejiga se ubica por debajo del nivel del borde superior de la sínfisis del pubis.

Útero

Hacia el final del segundo mes de embarazo, el fondo del útero puede palparse a través de la porción inferior de la pared abdominal anterior. Con el crecimiento progresivo del útero, el fondo asciende por encima del nivel del ombligo, y alcanza la región del proceso xifoides en torno al noveno mes de embarazo (véase [fig. 8-23B](#)). Después, cuando la parte de presentación del feto (con frecuencia la cabeza) desciende hacia la pelvis, el fondo también lo hace.

Exploración vaginal y rectal

Las exploraciones bimanuales rectoabdominal y vaginoabdominal son métodos muy valiosos para palpar las vísceras pélvicas. Estas maniobras se comentan en detalle en el [capítulo 10](#).

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

La anatomía radiológica de la pelvis se describe de forma detallada en el [capítulo 9](#).

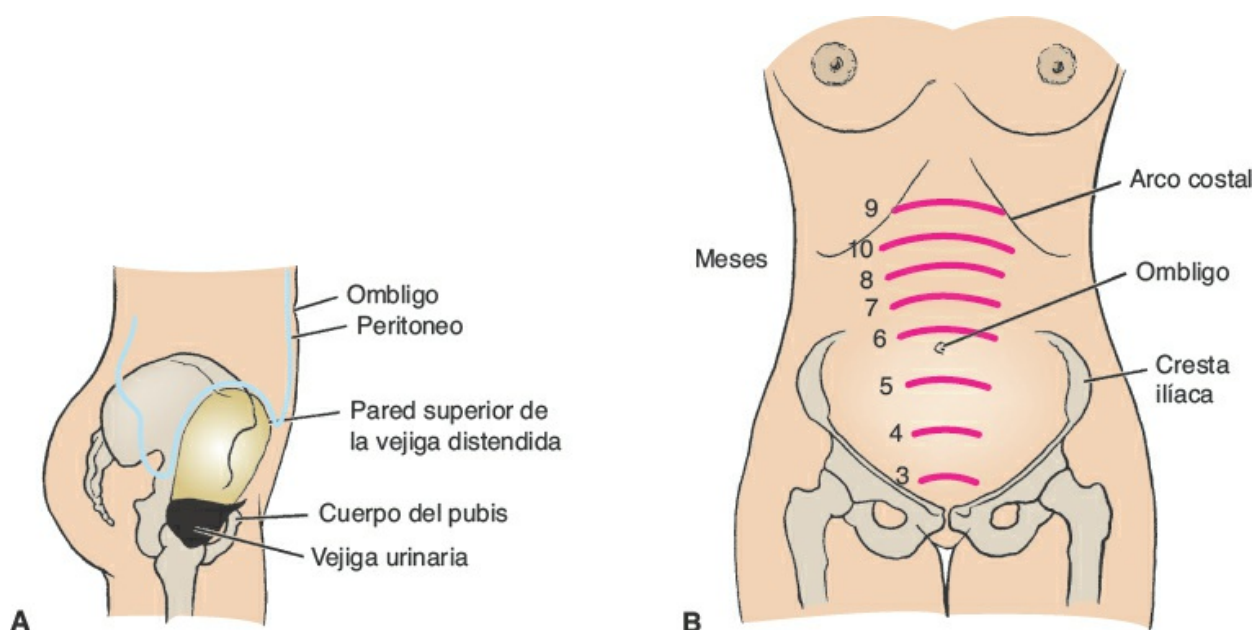


Figura 8-23 **A.** Anatomía de superficie de la vejiga vacía y llena. **B.** Altura del fondo del útero durante diversos meses del embarazo. Obsérvese que el peritoneo que reviste la vejiga distendida se separa de la pared abdominal anterior, de manera que la cara anterior de la vejiga está en contacto directo con la pared abdominal.

Conceptos clave

Pelvis

- La pelvis ósea está formada por un par de huesos coxales, el sacro y el cóccix. El borde circunferencial pélvico divide la región en pelvis mayor superior y pelvis menor inferior. La pelvis mayor contiene la parte inferior de la cavidad abdominal. La pelvis menor contiene la cavidad pélvica.
- La pelvis verdadera tiene una entrada y una salida. Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso ayudan a formar los forámenes ciáticos mayor y menor, que son parte de la salida de la pelvis.
- La pelvis menor tiene paredes anterior, posterior, lateral e inferior. El promontorio sacro es el borde posterosuperior de la entrada de la pelvis, y es un punto de referencia relevante en obstetricia cuando se utiliza para medir la pelvis.
- El canal del sacro contiene las raíces de los nervios espinales sacros y coccígeos, así como la parte inferior del espacio subaracnoideo. La anestesia caudal puede administrarse a través del hiato del sacro.
- El hueso coxal inmaduro está compuesto por el ilion, el isquion y el pubis por separado. Estos se unen a través del cartílago trirradiado en el acetábulo. La fusión de estos huesos ocurre en la pubertad.
- El músculo piriforme contribuye a formar la pared pélvica posterior. El músculo obturador interno compone parte de la pared pélvica lateral. Ambos músculos actúan sobre la articulación coxal.
- El diafragma pélvico forma una gran parte de la pared pélvica inferior (suelo pélvico). El diafragma está compuesto por los músculos elevador del ano y coccígeos. El músculo elevador del ano está formado por de diversos músculo independientes.
- Las articulaciones pélvicas son la sacroilíacas, la sínfisis del pubis y la sacrococcígea. Estas articulaciones, habitualmente resistentes, se relajan para permitir el parto.
- Diversas características de la pelvis muestran dimorfismo sexual.

Fascia y peritoneo

- La fascia pélvica consta de las capas parietal y visceral, que ayudan a sostener a las vísceras pélvicas.

Nervios

- Los plexos lumbar y sacro, así como los troncos simpáticos, proporcionan los nervios para la pelvis.
- El plexo lumbar da origen al tronco lumbosacro y el nervio obturador.
- El plexo sacro da origen a diversos nervios, incluyendo el nervio ciático, los nervios glúteos, el nervio pudendo y los nervios esplácnicos pélvicos.
- Los troncos simpáticos suministran la inervación simpática, mientras que los nervios esplácnicos pélvicos aportan las fibras parasimpáticas.

Los plexos hipogástricos transportan fibras tanto simpáticas como parasimpáticas.

Vascularización

- La arteria ilíaca común irriga la pelvis y el miembro inferior. La arteria ilíaca común se divide en arterias ilíacas externa e interna. La arteria ilíaca externa irriga la pared abdominal y el miembro inferior.
- La arteria ilíaca interna suele ramificarse en las divisiones anterior y posterior, que a su vez se dividen aún más para irrigar las vísceras pélvicas y el periné.
- Las arterias rectal superior, ovárica y sacra media también entran en la pelvis y complementan la circulación sanguínea de las vísceras y paredes pélvicas.
- El drenaje venoso de la pelvis es paralelo a la irrigación.
- Los vasos linfáticos de la pelvis siguen el trayecto de las arterias principales.

Anatomía de superficie

- A través de la piel pueden palpase diversas estructuras de la pelvis ósea.
- La vejiga urinaria distendida es palpable a través de la pared abdominal anterior por encima de la sínfisis del pubis. En niños pequeños, la vejiga es un órgano abdominal, incluso cuando está vacía.
- El útero es cada vez más palpable en la pared abdominal anterior a medida que el embarazo progresa.



Pelvis. Parte II: cavidad pélvica

Un hombre de 62 años va al médico para realizarse su exploración física anual. Parece estar en muy buen estado de salud y no tiene ningún síntoma. La exploración no muestra nada anómalo. El médico le dice que debe realizarle un tacto rectal. Al principio, el paciente se opone, diciendo que no considera que sea necesario porque no se encontró nada anómalo hace un año. El médico insiste y, finalmente, el paciente accede a la prueba.

El médico encuentra un nódulo pequeño y duro que se proyecta desde la cara posterior de la próstata, pero ninguna otra anomalía. Informa al paciente de los hallazgos y explica la posibilidad de que el nódulo pueda ser maligno. El paciente está muy molesto, especialmente porque no presenta síntomas urinarios.

El médico solicita pruebas de laboratorio y estudios radio-gráficos. Estos indican que la concentración de antígeno prostático específico (APE) en sangre está muy por encima de los índices normales. La tomografía computarizada (TC) de la pelvis no muestra signos de agrandamiento linfático pélvico y la gammagrafía ósea no presenta evidencia de metástasis óseas. El diagnóstico fue cáncer de próstata precoz, que posteriormente se confirmó realizando una biopsia con aguja del tejido prostático a través de la pared anterior del recto.

Este caso ilustra cómo un médico general, con un buen conocimiento de las características anatómicas relevantes de la pelvis, puede reconocer una próstata anómala cuando la palpa a través de la pared anterior del recto. Más tarde, a este paciente se le extirpó la próstata y el pronóstico fue excelente.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Tubo digestivo

- Colon sigmoide
- Recto

Vías urinarias

- Uréteres
- Vejiga urinaria

Órganos genitales internos masculinos

- Conducto deferente
- Vesículas seminales
- Conductos eyaculadores
- Próstata
- Fascia pélvica visceral
- Peritoneo

Órganos genitales internos femeninos

- Ovarios
- Trompas uterinas (de Falopio)
- Útero

Vagina
Fascia pélvica visceral
Peritoneo
Anatomía radiológica
Pelvis ósea
Tubo digestivo
Anatomía transversal
Vías genitales femeninas

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es revisar la anatomía básica de la cavidad pélvica y cómo esta se relaciona con alteraciones clínicas frecuentes que afectan los órganos pélvicos.

1. Identificar el colon sigmoide y el recto. Describir las relaciones de ambas estructuras, con especial referencia a sus funciones básicas y a la valoración clínica.
2. Identificar los uréteres y la vejiga urinaria. Describir sus características y relaciones generales con la cavidad peritoneal. Describir la posición de la vejiga en la pelvis tanto en estado lleno como vacío, la naturaleza y la fuente de su inervación, y su método de llenado y drenaje en hombres y mujeres.
3. Seguir el trayecto de las vías reproductivas masculinas y femeninas. Identificar glándulas u órganos accesorios en dichas vías. Observar las relaciones de los componentes independientes. Describir los nervios, los músculos y los vasos responsables del funcionamiento normal tanto en hombres como en mujeres.
4. Identificar las estructuras principales de la pelvis en imágenes radiográficas estándares.
5. Trazar el flujo de sangre dentro y fuera de la pelvis mediante la descripción de los trayectos, los patrones de ramificación y las distribuciones de los vasos ilíacos. Observar las relaciones de estos vasos con los órganos adyacentes, mesenterios y estructuras neurovasculares.
6. Trazar las principales vías de drenaje de la linfa a través de la pelvis.

REVISIÓN

La **cavidad pélvica** (cavidad de la pelvis verdadera o menor) es el área entre la entrada y la salida de la pelvis. El **diafragma pélvico** la subdivide en la **cavidad pélvica principal** superior-mente y el **periné** inferiormente ([fig. 9-1](#)). Este capítulo analiza el contenido de la cavidad pélvica principal. El periné se describe en el [capítulo 10](#).

La cavidad pélvica contiene los extremos inferiores de las vías intestinales y urinarias y los órganos internos de la reproducción, así como su inervación, vascularización y drenaje linfático. El colon sigmoide, el recto y las asas del íleon terminales ocupan la porción posterior de la cavidad pélvica en ambos sexos. Los órganos urogenitales llenan el área más anterior. Los órganos se proyectan hacia la cavidad peritoneal, haciendo que el peritoneo los cubra en pliegues, lo que produce recesos importantes que son sitios de acumulación de sangre y pus en diferentes tipos de afecciones pélvicas.

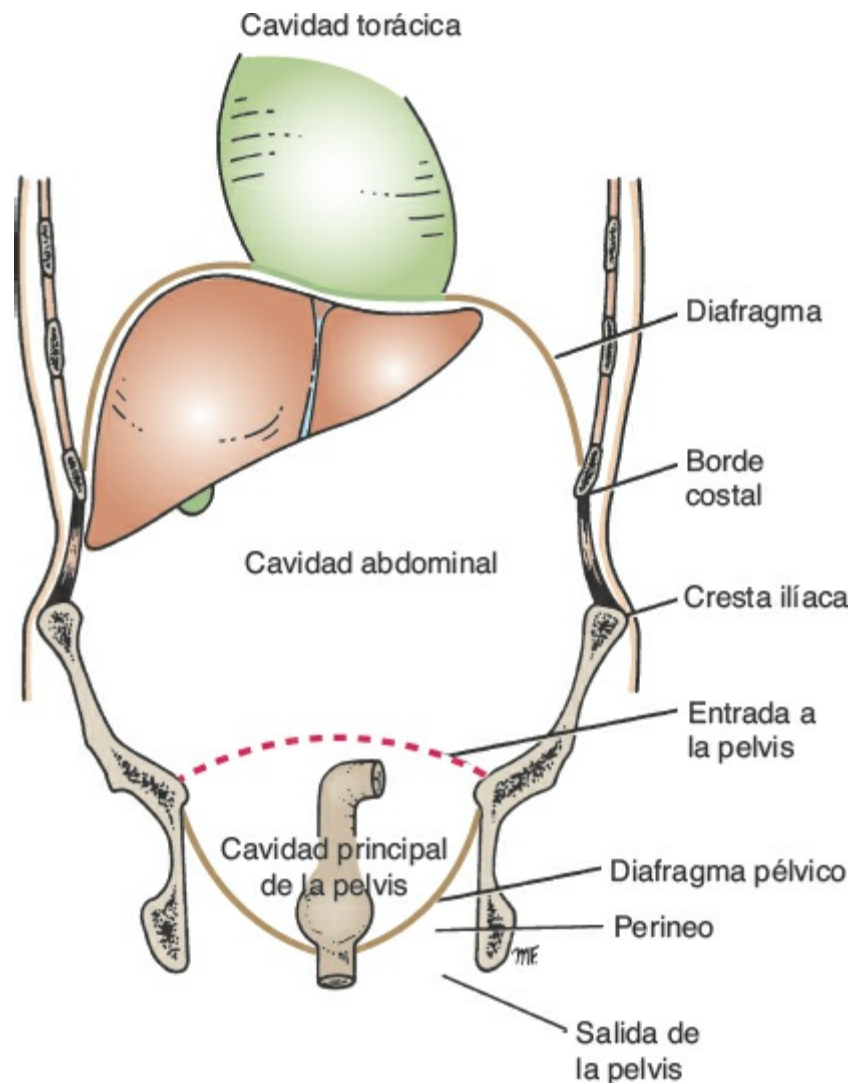


Figura 9-1 Sección coronal a través del tórax, abdomen y pelvis. Muestra las cavidades torácica, abdominal y pélvica y el periné.

A menudo, los clínicos deben enfrentarse a casos relacionados con infecciones, lesiones y prolapsos del recto, el útero y la vagina. Situaciones de urgencia relacionadas con la vejiga, el útero gestante, el embarazo ectópico, el aborto espontáneo y la enfermedad pélvica inflamatoria aguda son ejemplos de problemas encontrados en mujeres. En los hombres, la vejiga urinaria y la próstata son sitios frecuentes de enfermedad.

TUBO DIGESTIVO

El colon sigmoide, el recto y el canal anal son las partes más caudales del tubo digestivo. El colon sigmoide y el recto pasan a través de la cavidad pélvica, mientras una gran parte del canal anal está contenido en el periné (y se analiza en el [capítulo 10](#)).

Colon sigmoide

El colon sigmoide tiene de 25 a 37 cm de longitud y comienza como una continuación del **colon descendente** anterior al borde circunferencial pélvico (véanse [figs. 7-1](#), [7-86](#) y [7-87](#)). Se continúa con el **recto** por debajo, anterior a la tercera vértebra sacra (vértebra S3). El colon sigmoide es móvil y cuelga hacia abajo en la cavidad pélvica en forma de lazada que describe más o menos una “S”. El **mesocolon sigmoide**, en forma de abanico, lo une a la pared posterior de la pelvis.

Relaciones

- **Anteriormente.** En el hombre, la vejiga urinaria. En la mujer, la cara posterior del útero y la parte superior de la vagina.
- **Posteriormente.** El recto y el sacro. El colon sigmoide también está relacionado con las asas inferiores de la parte terminal del íleon.

Vascularización

Las **ramas sigmoideas de la arteria mesentérica inferior** irrigan el colon sigmoide (véase [fig. 7-36](#)). Las venas que las acompañan drenan en la **vena mesentérica inferior**, que se une al sistema venoso porta (véase [fig. 7-22](#)).

Drenaje linfático

La linfa drena en los nódulos a lo largo del trayecto de las arterias sigmoideas. Desde estos nódulos, la linfa viaja a los **nódulos linfáticos mesentéricos inferiores**.

Inervación

Los nervios simpáticos y parasimpáticos forman los **plexos hipogástricos inferiores**.



Notas clínicas

Variación de la longitud y la localización del colon

La longitud del colon sigmoide es muy variable, y puede alcanzar 91 cm. En niños pequeños, dado que la pelvis es pequeña, este segmento del colon puede localizarse principalmente en el abdomen.

Cáncer de colon sigmoide

El colon sigmoide es un sitio frecuente de desarrollo de cáncer del intestino grueso. Debido a que los vasos linfáticos de este segmento del colon drenan en los nódulos linfáticos mesentéricos inferiores, se requiere una resección amplia del intestino junto con los nódulos linfáticos asociados para lograr extirpar la masa cancerosa y sus metástasis linfáticas locales. El colon se extirpa desde la flexura cólica izquierda hasta el extremo distal del colon sigmoide, y el colon transverso se anastomosa con el recto.

Vólvulo

Debido a su extrema movilidad, en ocasiones el colon sigmoide rota sobre su mesenterio. Esta

alteración puede corregirse espontáneamente o continuar hasta que se interrumpa por completo la vascularización intestinal. Ocurre con frecuencia en sentido antihorario y se conoce como **vólvulo**.

Divertículos

Los divertículos de la mucosa a lo largo de la trayectoria de las arterias que irrigan el colon sigmoide constituyen un trastorno clínico frecuente (véase [cap. 7](#)). En pacientes con diverticulitis o colitis ulcerosa, el colon sigmoide puede adherirse a la vejiga, el recto, el íleon o el uréter y producir una **fístula interna**.

Sigmoidoscopia

Dado que el colon sigmoide se localiza a poca distancia del ano (17 cm), puede examinarse la mucosa por visión directa para detectar posibles alteraciones patológicas. Se introduce un tubo flexible equipado con lentes e iluminado internamente a través del ano y se pasa por el canal anal, el recto, el colon sigmoide y el colon descendente. Este examen, llamado **sigmoidoscopia**, puede realizarse sin anestesia en un entorno ambulatorio. A través de este instrumento pueden obtenerse muestras para biopsia de la mucosa.

Datos anatómicos relevantes

- El paciente se coloca en decúbito lateral izquierdo con la rodilla izquierda flexionada y la rodilla derecha extendida ([fig. 9-2A](#)). También puede colocarse de rodillas en la posición genupectoral (rodilla-tórax).
- El **sigmoidoscopia** se introduce con delicadeza en el ano y el canal anal apuntando al ombligo para asegurar que el instrumento pase a lo largo del eje longitudinal del canal. Se aplica presión suave pero firme para superar la resistencia de los **esfínteres anales** ([fig. 9-3](#)).
- Tras recorrer una distancia de unos 4 cm, el instrumento entra en la **ampolla del recto**. En este punto, la punta del sigmoidoscopio debe dirigirse posteriormente en la línea media con el fin de seguir la **curvatura sacra del recto** (véase [fig. 9-2B](#)).
- El lento avance se realiza bajo visión directa. Puede ser necesario un ligero movimiento de lado a lado para evitar los **pliegues transversos del recto**.
- A unos 16,25 cm desde el borde anal, se alcanza la **unión rectosigmoidea**. El colon sigmoide aquí se inclina anteriormente y hacia la izquierda, y la luz parece terminar en un fórnix ciego. Para superar esta angulación, la punta del sigmoidoscopio debe dirigirse anteriormente y hacia el lado izquierdo del paciente. Esta maniobra puede causar algunas molestias en el canal anal debido a la distorsión de los esfínteres anales por el cuerpo del sigmoidoscopio. Otra posibilidad es que la punta del instrumento estire la pared del colon, dando lugar a dolores cólicos en la parte inferior del abdomen.
- Una vez que el instrumento ha entrado en el colon sigmoide, debería ser posible introducirlo suavemente en toda su extensión y, usando toda la longitud del sigmoidoscopio, entrar en el colon descendente.
- En este momento, el sigmoidoscopio puede retirarse lentamente, inspeccionando la mucosa. Las mucosas rectal y colónica normales se observan lisas, brillantes y de color rosa pálido con un tinte naranja, y pueden observarse claramente los vasos sanguíneos en la submucosa. La mucosa es flexible y se mueve con facilidad sobre el extremo del

sigmoidoscopia.

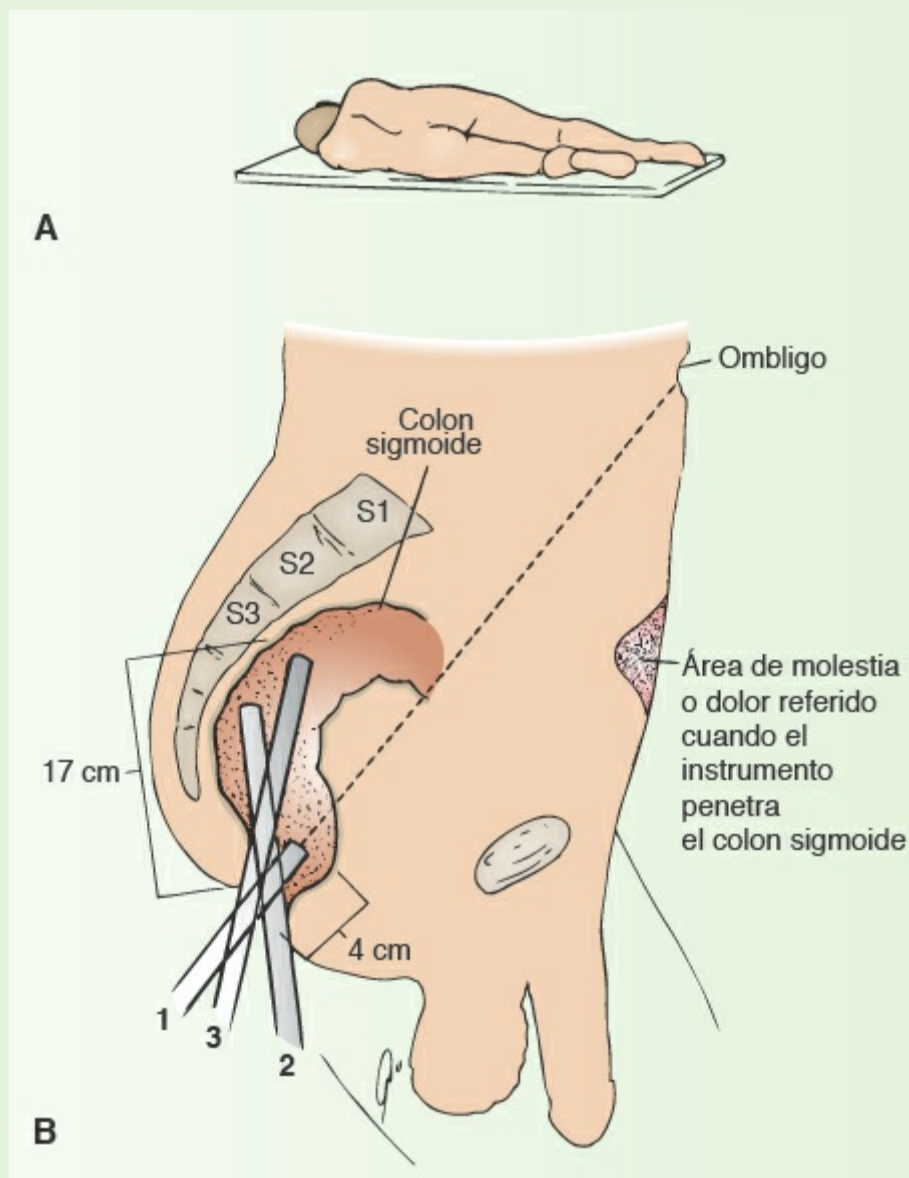


Figura 9-2 Sigmoidoscopia. **A.** Paciente en posición lateral izquierda con la rodilla izquierda flexionada y la rodilla derecha extendida. **B.** Sección sagital de la pelvis masculina que muestra las posiciones (1, 2 y 3) del tubo de sigmoidoscopia en relación con el paciente a medida que asciende por el canal anal y el recto. El área de molestia o dolor que experimenta el paciente cuando el tubo pasa por la curva hacia el colon sigmoide es referida a la piel de la pared anterior del abdomen inferior al ombligo.

Anatomía de las complicaciones

Puede producirse una perforación del intestino en la unión rectosigmoidea. La perforación casi siempre se debe a que el operador no procede con cuidado en la curva entre el recto y el colon sigmoide. En algunos pacientes, la curva tiene una angulación aguda, que puede frustrar el avance demasiado brusco del sigmoidoscopio. La perforación del colon sigmoide provoca el escape de los contenidos colónicos a la cavidad peritoneal.

Colonoscopia

La inspección por visión directa del epitelio de todo el colon, incluido el ciego (**colonoscopia**), se ha convertido en un importante instrumento para el diagnóstico temprano de los pólipos de la mucosa y el cáncer de colon. No solo puede observarse el colon y fotografiar áreas sospechosas para futuras

referencias, sino que también pueden extraerse muestras para biopsia para realizar un estudio patológico (véase fig. 7-38).

Tras un régimen de limpieza total del intestino grueso, el paciente recibe un anestésico leve. El flexible tubo endoscópico se introduce a través del ano hacia el canal anal, el recto y el colon. La colonoscopia también es útil para el diagnóstico y el tratamiento de la colitis ulcerosa y la enfermedad de Crohn.

Colostomía

El colon sigmoide es a menudo el sitio de elección para realizar una colostomía en pacientes con un carcinoma rectal. Su movilidad permite al cirujano extraer un asa del colon, con su vascularización intacta, a través de una pequeña incisión en la región ilíaca izquierda de la pared anterior del abdomen. Su movilidad también lo hace adecuado para la implantación de los uréteres después de la extirpación quirúrgica de la vejiga.

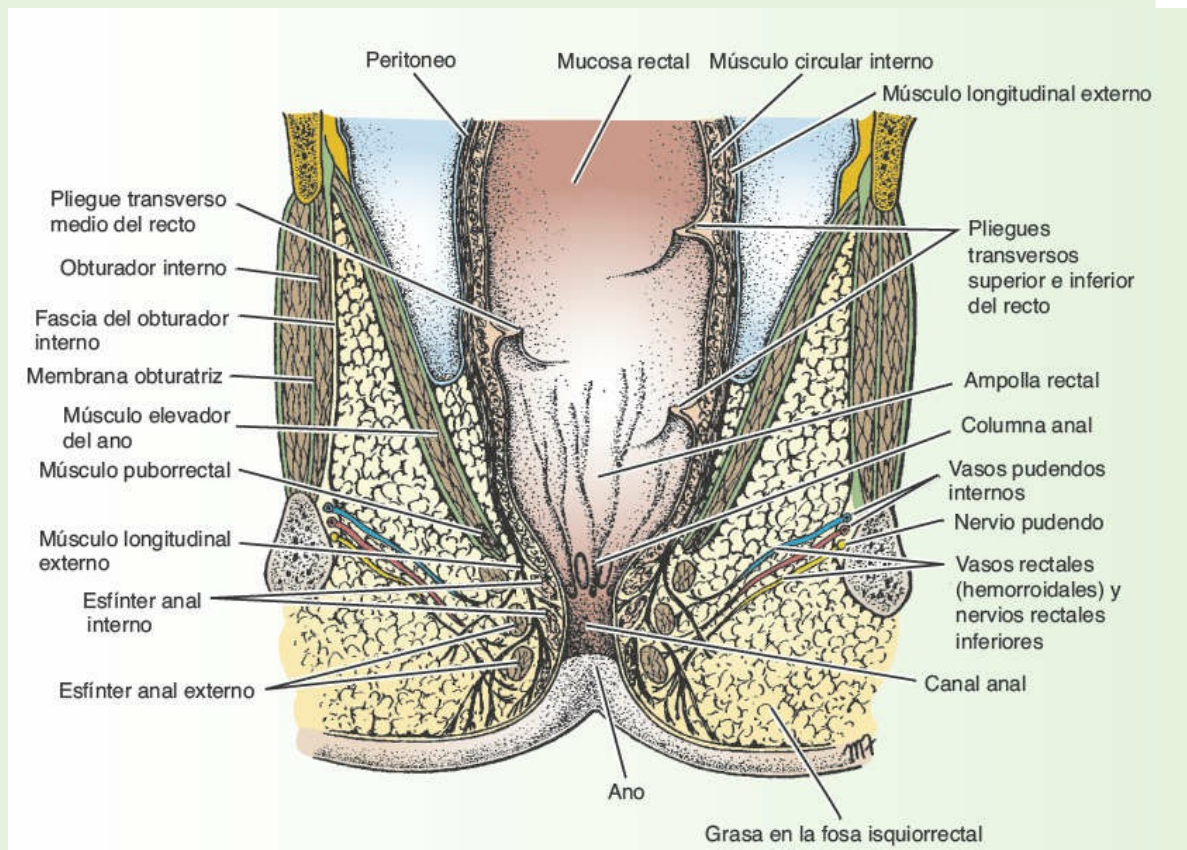


Figura 9-3 Sección coronal a través de la pelvis que muestra el recto y el suelo de la pelvis.

Recto

El recto mide unos 13 cm de largo y comienza anterior a la **vértebra S3** como una continuación del colon sigmoide (figs. 9-4 y 9-5). Desciende, siguiendo la curvatura del sacro y el cóccix, y termina anterior a la punta del cóccix perforando el diafragma pélvico y continuándose con el **canal anal**. La parte inferior del recto se dilata para formar la **ampolla del recto** (véase fig. 9-3).

El recto se desvía hacia la izquierda pero regresa rápidamente al plano medio. Cuando se observa lateralmente, el recto sigue la concavidad anterior del sacro

antes de curvarse posteroinferiormente en su unión con el canal anal (*véanse figs. 9-4 y 9-5*).

La porción puborrectal de los músculos elevadores del ano forma un cabestrillo en la unión del recto con el canal anal y tira de esta parte del intestino anteriormente, formando la **flexura anorrectal** (*véase cap. 8*).

El **peritoneo** cubre las caras anterior y lateral del primer tercio del recto y solo la cara anterior del tercio medio, dejando el tercio inferior sin peritoneo.

La **capa muscular** del recto está dispuesta en las capas circulares internas y longitudinales externas de músculo liso habituales. Sin embargo, las tres **tenias** del colon sigmoide se unen de manera que las fibras longitudinales forman una ancha banda en las caras anterior y posterior del recto.

La **membrana mucosa** del recto, junto con la capa muscular circular, forma dos o tres pliegues semicirculares permanentes llamados **pliegues transversos del recto** (*fig. 9-6; véase también fig. 9-3*). Estos varían de posición.

Relaciones

- **Posteriormente.** El recto está en contacto con el sacro y el cóccix, los músculos piriforme, coccígeo y elevador del ano, el plexo sacro y los troncos simpáticos (*véanse figs. 9-4 y 9-5; véase también fig. 8-18*).
- **Anteriormente.** En el **hombre**, los dos tercios superiores del recto, que está recubierto de peritoneo, se relacionan con el colon sigmoide y las asas del íleon que ocupan el **fórnix rectovesical**. El tercio inferior del recto, que no está recubierto de peritoneo, se relaciona con la cara posterior de la vejiga, con las terminaciones de los conductos deferentes y las vesículas seminales en cada lado y con la próstata (*véase fig. 9-4*). En la **mujer**, los dos tercios superiores del recto, recubiertos de peritoneo, se relacionan con el colon sigmoide y las asas de íleon que ocupan el **fórnix rectouterino** (de Douglas). El tercio inferior del recto, que no está recubierto de peritoneo, se relaciona con la cara posterior de la vagina (*véase fig. 9-5*).

Vascularización

La vascularización del recto la componen diversas arterias de diferentes orígenes y venas con diferentes terminaciones. Tanto las arterias como las venas se anastomosan libremente con sus adyacentes.

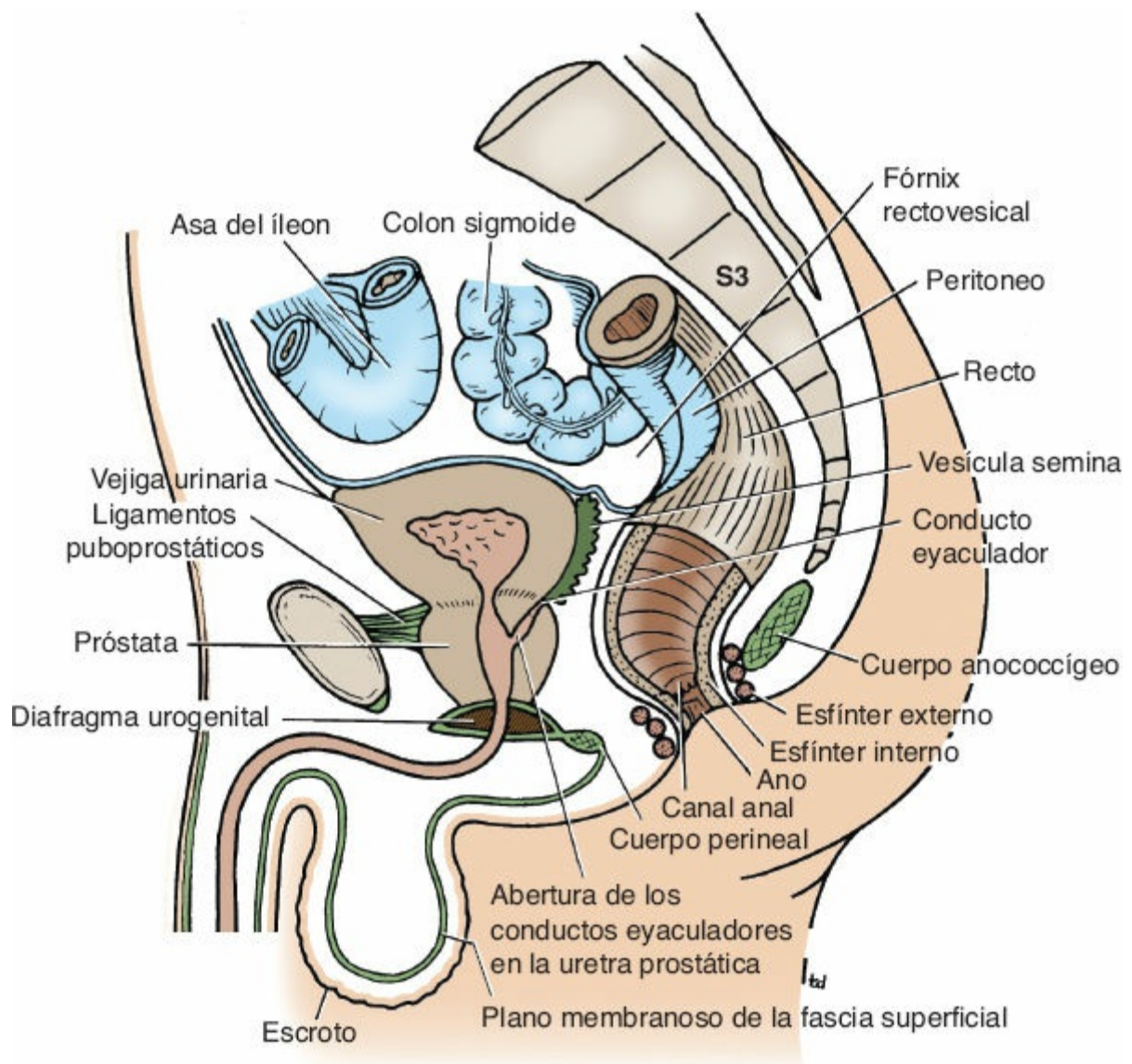


Figura 9-4 Sección sagital de la pelvis masculina.

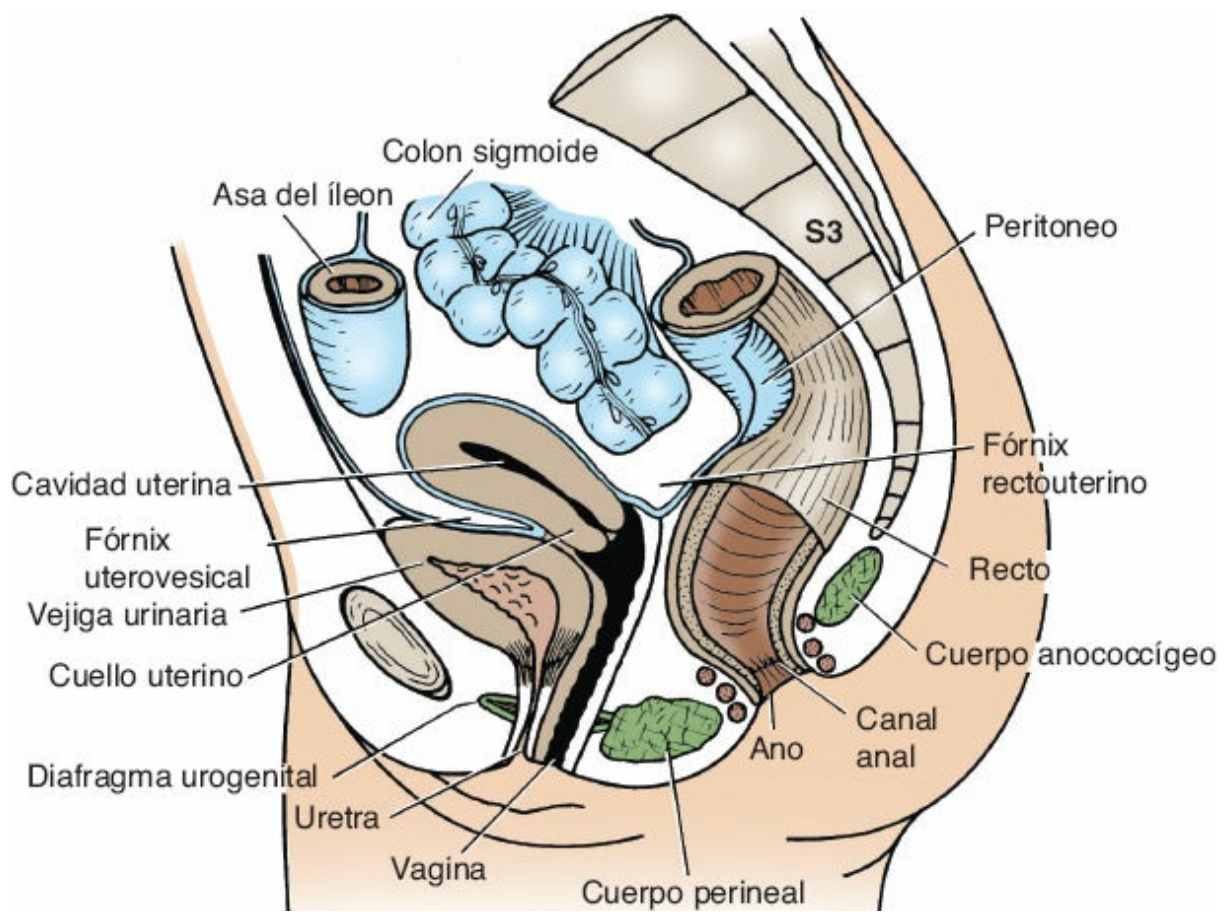


Figura 9-5 Sección sagital de la pelvis femenina.

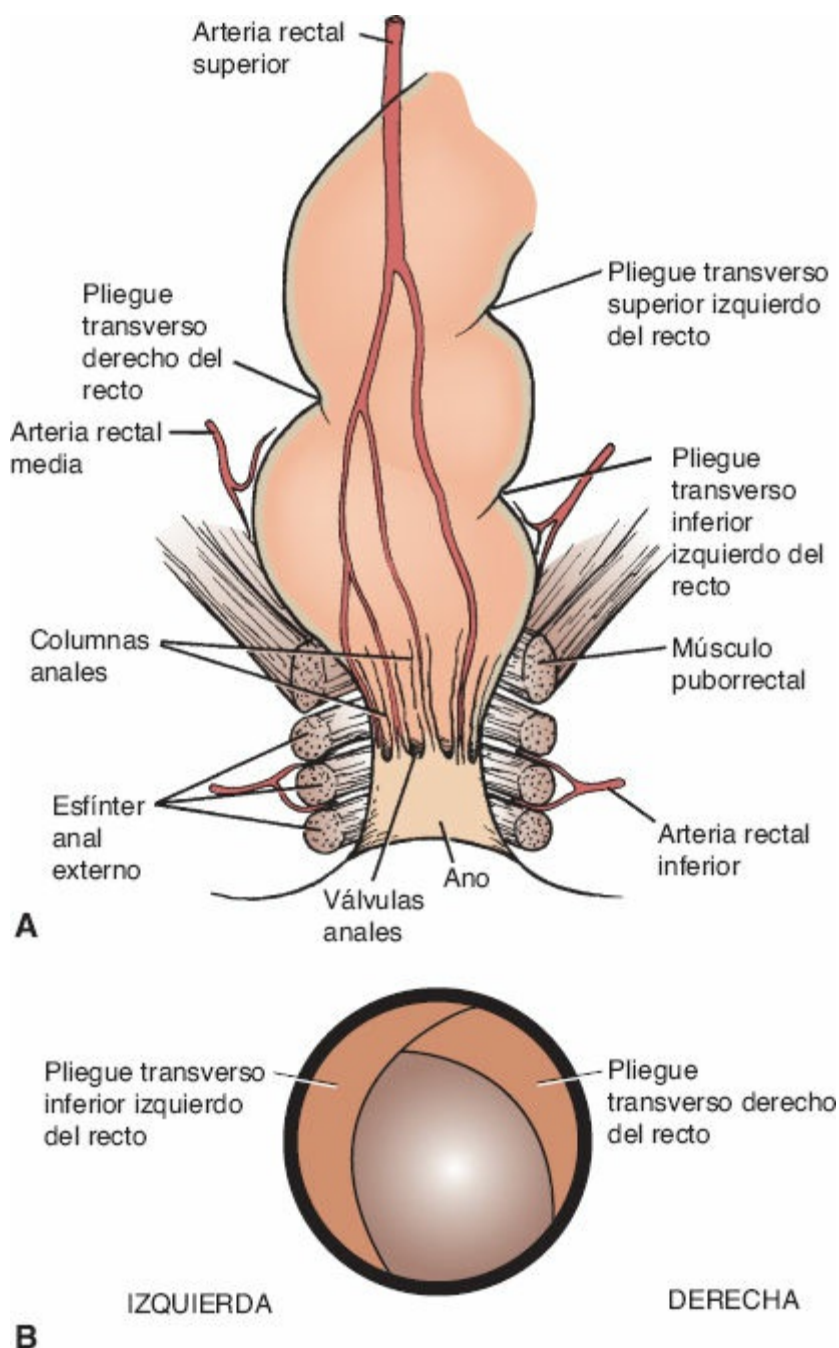


Figura 9-6 A. Vascularización del recto. B. Los pliegues transversos del recto vistos a través de un sigmoidoscopio.

Arterias

Las arterias rectales superior, media e inferior (véase [fig. 9-6](#)) irrigan el recto. La **arteria rectal superior** es una continuación directa de la arteria mesentérica inferior y es la que proporciona mayor vascularización a la mucosa. Entra en la pelvis descendiendo en la raíz del mesocolon sigmoide (mesosigma) y se divide en ramas derecha e izquierda, que perforan la capa muscular e irrigan la mucosa. Se anastomosan entre sí y con las arterias rectales media e inferior.

La **arteria rectal media** es una pequeña rama de la arteria ilíaca interna y se distribuye principalmente a la capa muscular.

La **arteria rectal inferior** es una rama de la arteria pudenda interna del

periné. Se anastomosa con la arteria rectal media en la unión anorrectal.

Venas

Las venas del recto se corresponden con las arterias. La **vena rectal superior** es una tributaria de la circulación portal y drena en la vena mesentérica inferior. Las **venas rectales inferior y media** drenan en las venas interna ilíaca y pudenda interna, respectivamente. La unión entre las venas rectales forma una **anastomosis portosistémica anorrectal** (véase [fig. 7-75](#)).

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos del recto superior drenan primero en los nódulos linfáticos pararrectales y luego en los **nódulos linfáticos mesentéricos inferiores**. Los vasos linfáticos del recto inferior siguen la arteria rectal media hasta los **nódulos linfáticos ilíacos internos**.

Inervación

La inervación se origina de los nervios simpáticos y parasimpáticos de los **plexos hipogástricos inferiores**. El recto es sensible solo al estiramiento.



Notas clínicas

Curvas y pliegues mucosos del recto

La flexura anteroposterior del recto, que sigue la curvatura del sacro y el cóccix, y las flexuras laterales, deben tenerse presentes cuando se introduce un sigmoidoscopio. Ello evitará causar molestias innecesarias al paciente.

Los **pliegues transversos de la mucosa del recto** también deben tenerse en cuenta cuando se pasa un instrumento por el recto. Estos pliegues probablemente sirven para sostener el peso de las heces y para prevenir la distensión excesiva de la ampolla del recto.

Vascularización y hemorroides internas

La vascularización del recto depende en gran medida de la **arteria rectal superior**, una rama de la arteria mesentérica inferior. Anterior a la vértebra S3, la arteria se divide en las ramas derecha e izquierda (véase [fig. 9-6](#)). A la mitad del recto, la rama derecha se divide en dos ramas más, una anterior y una posterior. Las tributarias de la **vena rectal superior** se organizan de manera similar, por lo que no es sorprendente encontrar que las **hemorroides internas** se organicen en tres grupos (véase [cap. 10](#)), es decir: dos en el lado derecho del recto inferior y el canal anal y uno en el lado izquierdo.

Prolapso rectal incompleto y completo

Los prolapsos parciales y totales del recto a través del ano son trastornos clínicos relativamente frecuentes. En el **prolapso incompleto**, la mucosa rectal y el epitelio submucoso sobresalen ligeramente fuera del ano ([fig. 9-7A](#)). En el **prolapso completo**, todo el grosor de la pared rectal protruye a través del ano ([véase fig. 9-7B](#)). Son muchas las causas que pueden explicar ambos trastornos. Sin embargo, los factores contribuyentes más importantes son el daño de los músculos elevadores del ano por partos previos y un escaso tono muscular en adultos mayores. El prolapso rectal total puede considerarse una **hernia por deslizamiento** a través del diafragma pélvico.

Cáncer rectal

El cáncer (carcinoma) rectal es un hallazgo clínico frecuente que permanece localizado en la pared del recto durante un tiempo considerable. Inicialmente, tiende a diseminarse localmente hacia los nódulos linfáticos de alrededor de la circunferencia del intestino. Después, se extiende superolateralmente a lo largo de los vasos linfáticos, siguiendo las arterias rectales superior y media. La diseminación venosa ocurre en estadios avanzados y dado que la vena rectal superior es una tributaria de la vena porta, el hígado es un sitio habitual de tumores secundarios.

Una vez que el tumor maligno se ha extendido más allá de los confines de la pared del recto, el conocimiento de las relaciones anatómicas del mismo permitirá al médico evaluar las estructuras y los órganos probablemente implicados. En ambos sexos, una **penetración posterior** afecta el plexo sacro y puede causar un dolor intenso e intratable en la pierna, a lo largo de la distribución del nervio ciático. Una **penetración lateral** puede afectar el uréter. Finalmente, una **penetración anterior** en el hombre puede afectar la próstata, las vesículas seminales o la vejiga; en la mujer, puede invadir la vagina y el útero.

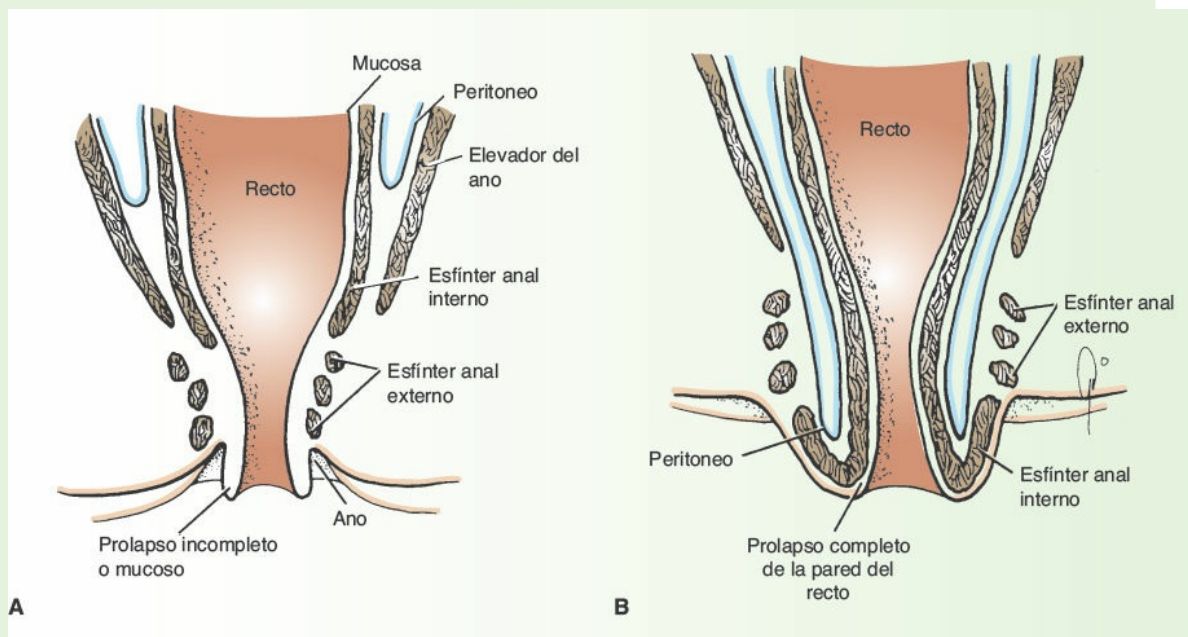


Figura 9-7 Sección coronal del recto y del canal anal. **A.** Prolapso rectal (mucoso) incompleto. **B.** Prolapso rectal completo.

Debido a las características anatómicas del recto y su drenaje linfático, las mayores probabilidades de curación se logran con una resección amplia del recto junto con los nódulos linfáticos de su alrededor. Cuando el tumor se ha diseminado a órganos contiguos y tiene un grado bajo de malignidad, puede estar justificada alguna forma de evisceración pélvica.

Es muy importante que el estudiante de medicina recuerde que el interior de la parte inferior del recto puede examinarse con un dedo enguantado introducido a través del canal anal. El canal anal tiene unos 4 cm de largo, de manera que el pulpejo del dedo puede notar fácilmente la mucosa que reviste el extremo inferior del recto. La mayoría de los cánceres rectales pueden diagnosticarse de esta manera. El examen es aplicable a ambos sexos colocando la otra mano en la parte inferior de la pared anterior del abdomen. Con la vejiga vacía, es posible examinar la pared anterior del recto bimanualmente. En la mujer, la introducción de un dedo en la vagina y otro en el recto permite realizar una exploración completa de la parte inferior de la pared anterior del recto.

Lesiones rectales

El sitio de entrada en relación con el peritoneo determinará el tratamiento de las lesiones penetrantes del recto. El peritoneo cubre las caras anterior y lateral del tercio superior del recto, solo la cara anterior del tercio medio y ninguna cara del tercio inferior está desprovisto de peritoneo (véanse figs. 9-3 a 9-5). El tratamiento de la penetración de la porción intraperitoneal del recto es idéntico al del colon, porque la integridad de la cavidad peritoneal se ha visto alterada. En caso de daño en la porción extraperitoneal, el recto se trata desviando las heces mediante una colostomía abdominal

temporal, administrando antibióticos y reparando y drenando el tejido anterior al sacro.

Apéndice pélvico

Si un apéndice inflamado desciende hacia el interior de la pelvis, es posible que no se experimente dolor abdominal en la región iliaca derecha, sino un dolor profundo por encima de la sínfisis del pubis. El tacto rectal (o examen vaginal en la mujer) puede revelar dolor peritoneal en la pelvis del lado derecho. Si el mencionado apéndice inflamado se perfora, puede producirse una peritonitis pélvica localizada.



Notas embriológicas

Desarrollo de la parte distal del intestino grueso

La flexura izquierda del colon, el colon descendente, el colon sigmoide, el recto y la mitad superior del canal anal se desarrollan a partir del **intestino posterior**. Distalmente, este termina como un fórnix de endodermo que entra en contacto con una depresión ectodérmica poco profunda denominada **proctodeo**. Las capas opuestas de ectodermo y endodermo forman la **membrana cloacal**, que separa la cavidad del intestino posterior de la superficie (fig. 9-8). El intestino posterior da origen a un divertículo, el **alantoides**, que pasa al cordón umbilical. Distal al alantoides, el intestino posterior se dilata para formar la **cloaca** endodérmica. Una cuña de mesénquima invagina el endodermo en el intervalo entre el alantoides y el intestino posterior. Con la proliferación continua del mesénquima, se forma un tabique que crece inferiormente y divide la cloaca en sus partes anterior y posterior. El tabique se llama **septo uorrectal**, la porción anterior de la cloaca se convierte en la **vejiga primitiva** y el **seno urogenital**, y la porción posterior de la cloaca forma el **canal anorrectal**. Al llegar a la membrana cloacal, el septo uorrectal se fusiona con este y forma el futuro **cuerpo perineal**. El desarrollo posterior de la vejiga primitiva y el seno urogenital en ambos sexos se describe más adelante en este capítulo.

El canal anorrectal forma el **recto** y la **mitad superior del canal anal**. La cubierta de la mitad inferior del canal anal se forma a partir del ectodermo del proctodeo (fig. 9-9). La porción posterior de la membrana cloacal se rompe y el intestino se abre hacia la superficie del embrión.

Arteria del intestino posterior

La arteria mesentérica inferior irriga el intestino posterior, y se extiende desde la flexura izquierda del colon hasta la mitad del canal anal (véase fig. 7-47). Aquí, varias ramas ventrales de la aorta se fusionan para formar una sola arteria.

Meconio

En el embrazo de término, el intestino grueso se llena con una mezcla de secreciones glandulares intestinales, bilis y líquido amniótico. Esta sustancia es de color verde oscuro y se llama **meconio**. Comienza a acumularse a los 4 meses y alcanza el recto en el quinto mes.

Megacolon primario (enfermedad de Hirschsprung)

La enfermedad de Hirschsprung muestra una tendencia familiar y es más frecuente en hombres que en mujeres. Los síntomas suelen aparecer durante los primeros días después de nacer. El niño no excreta meconio y el abdomen se distiende de forma considerable. El colon sigmoide está muy distendido e hipertrofiado, mientras que el recto y el canal anal se constriñen (fig. 9-10). El segmento constreñido del intestino produce la obstrucción, en general debido a un fallo completo del desarrollo de las células ganglionares parasimpáticas en esta región. El tratamiento es la extirpación quirúrgica del segmento aganglionar del intestino.

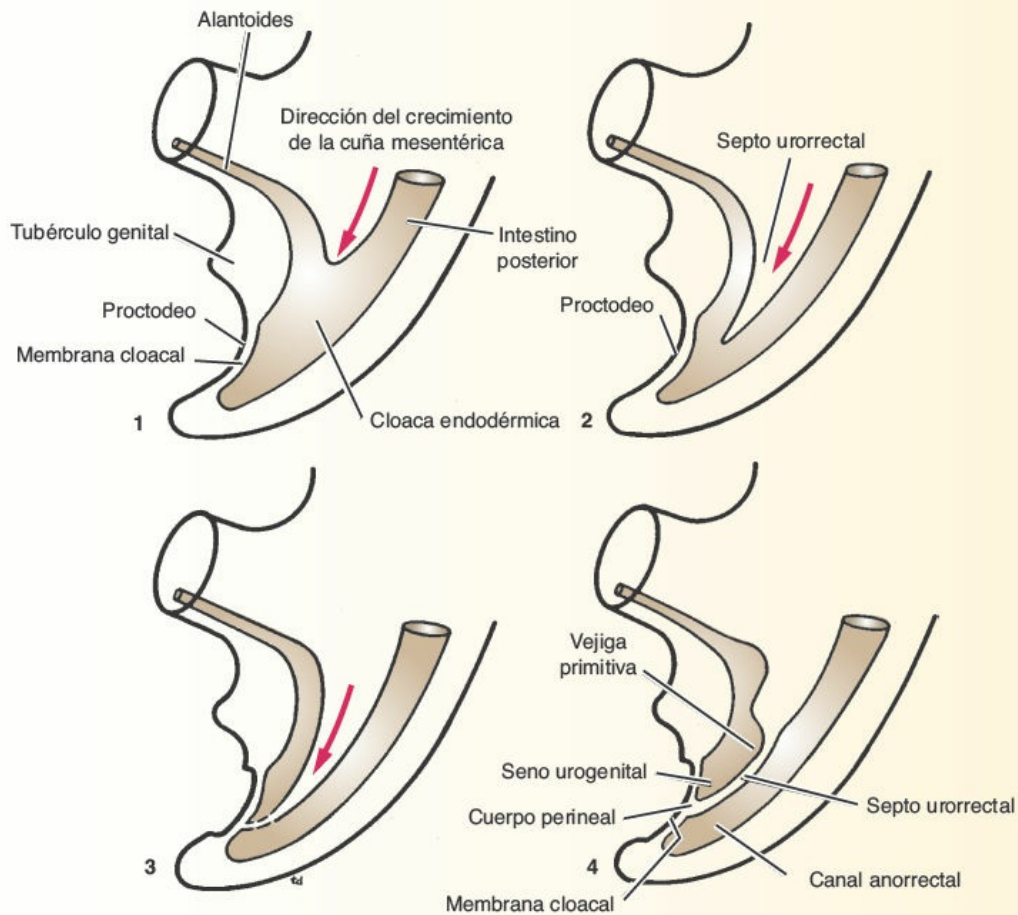


Figura 9-8 Etapas progresivas (1-4) en la formación del septo uorrectal, que divide la cloaca en una porción anterior (la vejiga primitiva y el seno urogenital) y una porción posterior (el canal anorrectal).

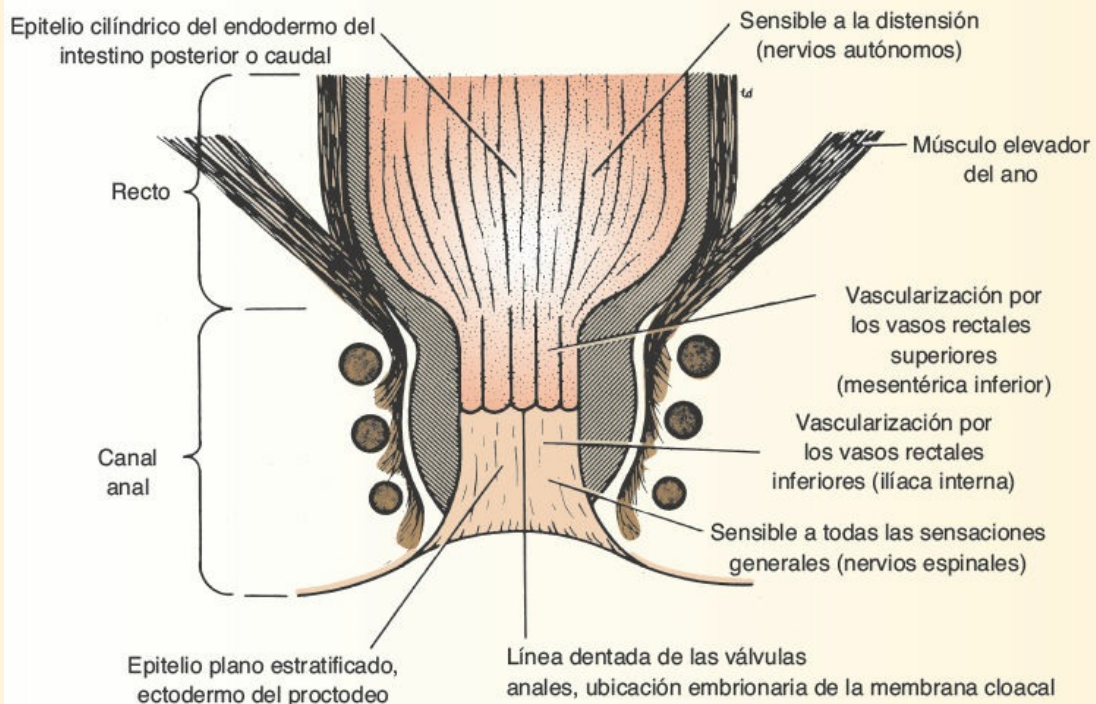


Figura 9-9 Estructura del canal anal y su origen embrionario.

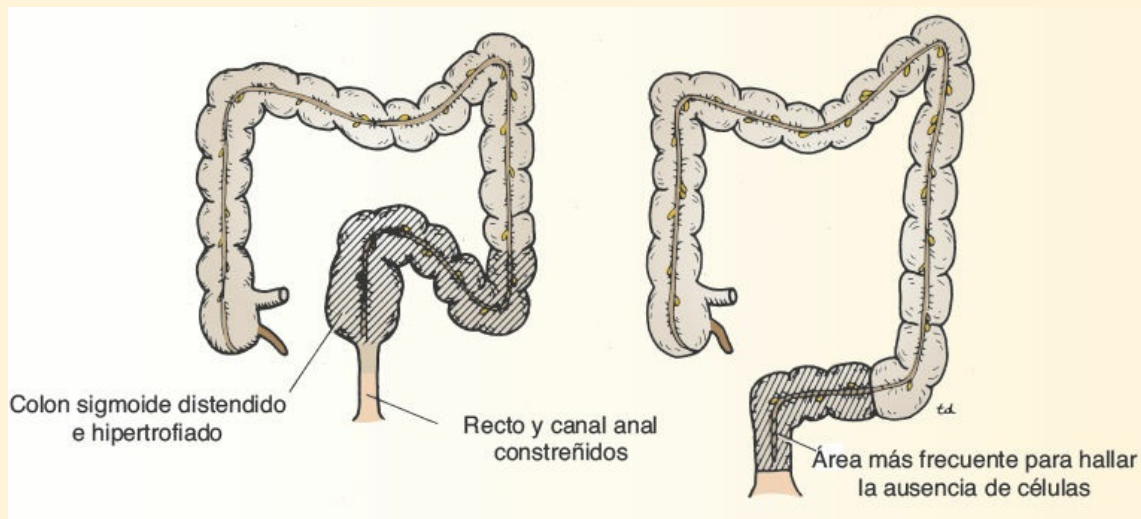


Figura 9-10 Características principales del megacolon primario (enfermedad de Hirschsprung).

VÍAS URINARIAS

Los componentes pélvicos de las vías urinarias son los uréteres y la vejiga urinaria. La uretra tiene partes pélvicas y perineales. Algunos aspectos se tratan en este capítulo (p. ej., las relaciones con la próstata), pero la mayor parte de la anatomía de la uretra se revisa en el [capítulo 10](#).

Uréteres

Cada uréter es un tubo muscular que se extiende desde el riñón hasta la cara posterior de la vejiga. Su trayecto abdominal se describe en el [capítulo 7](#).

Uréteres masculinos

El uréter entra en la pelvis cruzando la bifurcación de la arteria ilíaca común anterior a la articulación sacro ilíaca ([fig. 9-11A](#)). Después, cada uréter discurre por la pared lateral de la pelvis frente a la arteria ilíaca interna hacia la región de la espina ciática y gira anteriormente para entrar en el ángulo lateral de la vejiga. El conducto deferente cruza el uréter cerca de la terminación del mismo (recuérdese como el agua que pasa por debajo de un puente). El uréter discurre oblicuamente a través de la pared de la vejiga unos 1,9 cm antes de entrar en la vejiga.

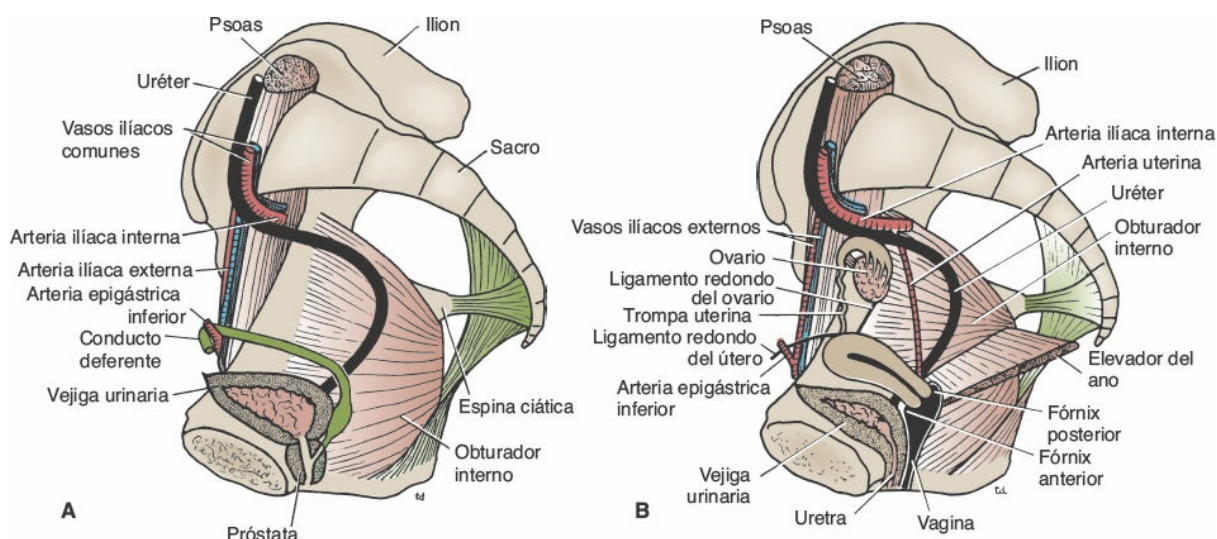


Figura 9-11 A. Mitad derecha de la pelvis masculina que muestra las relaciones del uréter y el conducto deferente. B. Mitad derecha de la pelvis femenina que muestra las relaciones de los órganos urinarios y genitales.

Uréteres femeninos

El uréter cruza la entrada de la pelvis frente a la bifurcación de la arteria ilíaca común (véase fig. 9-11B). Discurre posteroinferiormente por delante de la arteria ilíaca interna y por detrás del ovario hasta que alcanza la región de la espina ciática. Luego gira anterior y medialmente por debajo de la base del ligamento ancho, donde la arteria uterina lo cruza (véase fig. 9-11B; véase también fig. 9-18) (nuevamente, recuérdese como el agua que pasa por debajo de un puente). Después, el uréter discurre anteriormente, lateral al fórnix lateral de la vagina, para entrar en la vejiga.

Estrechamientos

El uréter tiene tres estrechamientos o constricciones donde la pelvis renal se une al uréter en el abdomen, donde se angula al cruzar el borde circunferencial para entrar en la pelvis y donde perfora la pared de la vejiga.

La vascularización, el drenaje linfático y la innervación del uréter se describen en el capítulo 7.

Vejiga urinaria

La vejiga urinaria se ubica inmediatamente posterior a los huesos púbicos, dentro de la pelvis, tanto en hombres como en mujeres (véanse figs. 9-4, 9-5 y 9-11). Almacena orina y en el adulto tiene una capacidad máxima de unos 500 mL. La vejiga tiene una resistente pared muscular. Su forma y relaciones varían según la cantidad de orina que contiene. En el adulto, la vejiga vacía se halla completamente dentro de la pelvis. A medida que la vejiga se llena, su pared superior se eleva hacia la región hipogástrica (fig. 9-12A). En niños pequeños, la vejiga vacía sobresale por encima de la entrada de la pelvis. Después, cuando la cavidad pélvica se agranda, la vejiga se hunde en la pelvis para adoptar la

posición adulta.

La vejiga, de forma triangular ([fig. 9-13](#)), tiene un vértice, una base, un cuello, una cara superior y dos caras inferolaterales. El **vértice** de la vejiga apunta anteriormente y se localiza posterior al borde superior de la sínfisis del pubis (*véanse* [figs. 9-4](#), [9-5](#), [9-12](#) y [9-13A](#)). Se conecta con el ombligo mediante el **ligamento umbilical medio**.

La **base (cara posterior)** de la vejiga mira hacia atrás y es triangular. Los uréteres se unen a los **ángulos superolaterales**, y en el **ángulo inferior (cuello)** se origina la **uretra** (*véase* [fig. 9-13](#)).

Uretra masculina

Los dos **conductos deferentes** yacen uno al lado del otro en la base de la vejiga y separan las **vesículas seminales** entre sí (*véase* [fig. 9-13](#)). La porción superior de la base de la vejiga está recubierta de peritoneo, que forma la pared anterior del **fórnix rectovesical**. La porción inferior de la base está separada del recto por los vasos deferentes, las vesículas seminales y la **fascia rectovesical** (*véase* [fig. 9-4](#)).

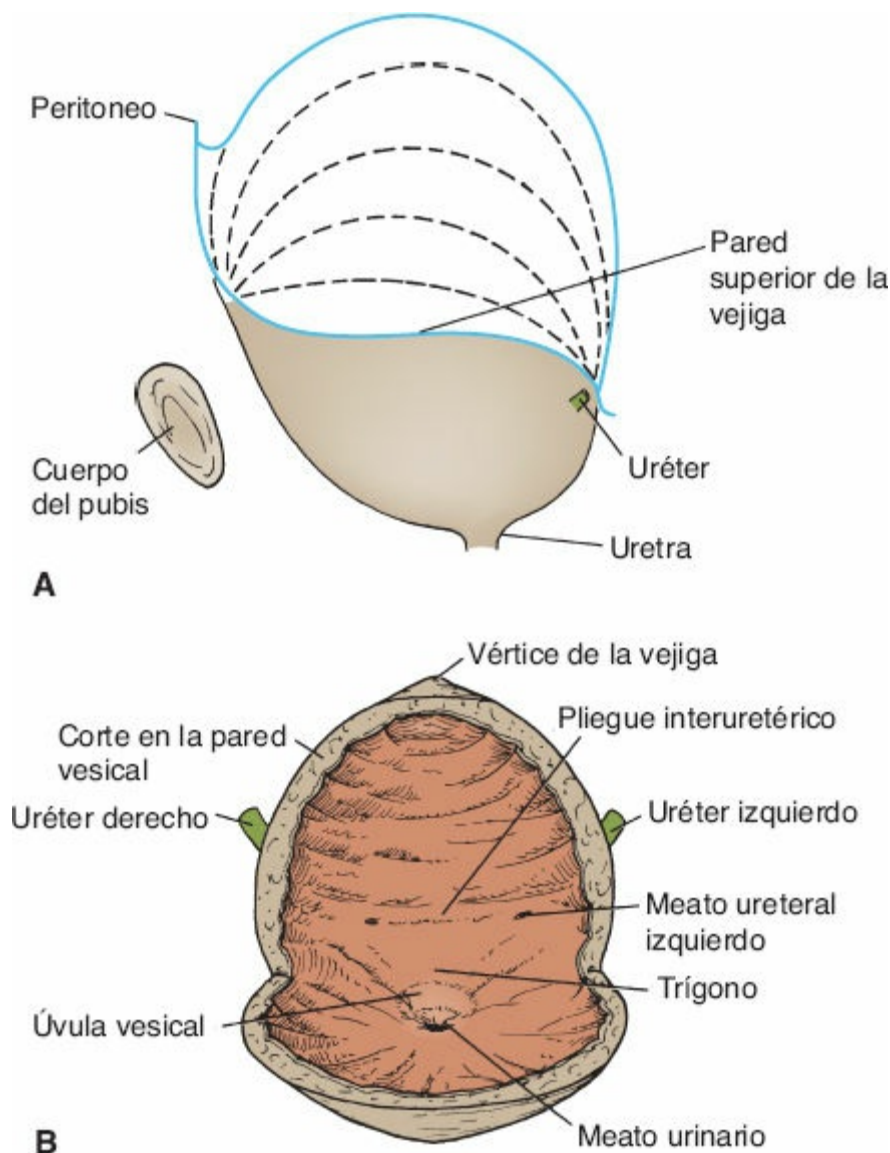


Figura 9-12 A. Vista lateral de la vejiga. Debe considerarse que la pared superior se eleva a medida que las vísceras se llenan de orina. También debe tenerse en cuenta que el peritoneo que cubre la cara superior de la vejiga se despegue de la pared anterior del abdomen a medida que se llena. B. Vista anterior del interior de la vejiga masculina.

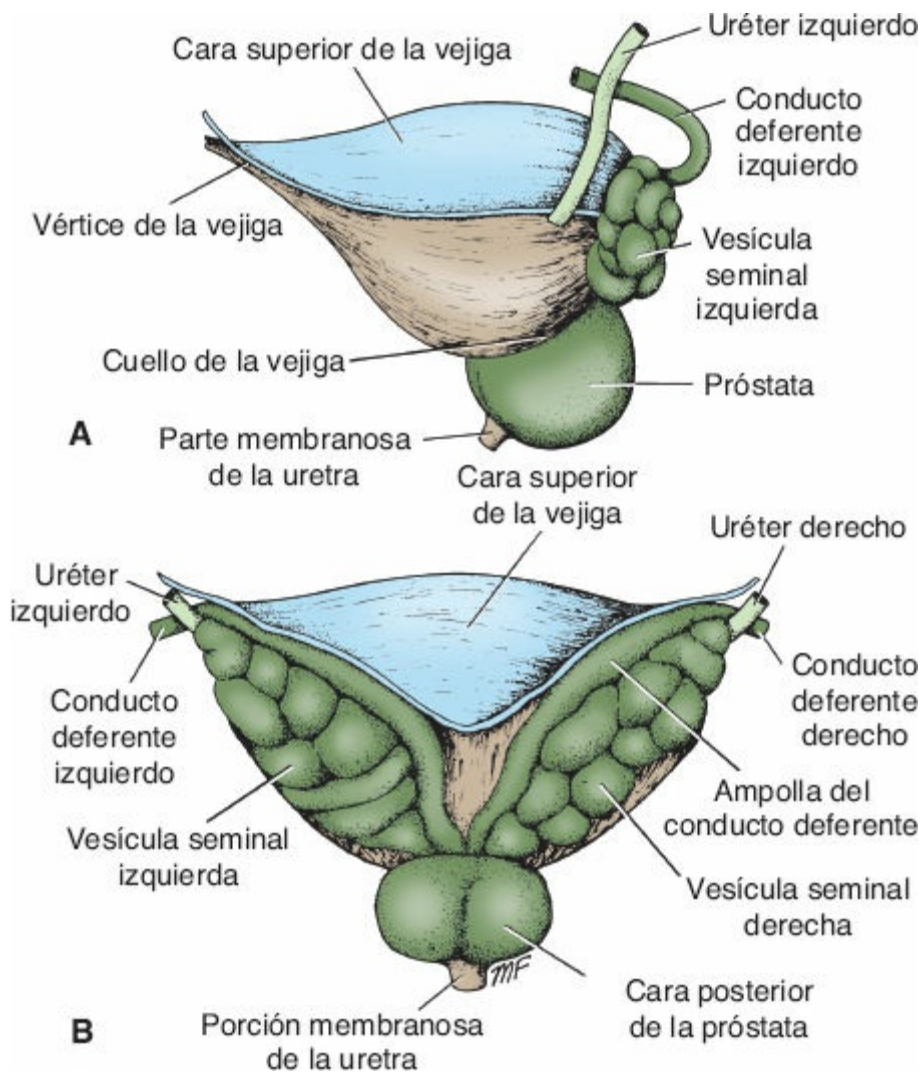


Figura 9-13 A. Vista lateral de la vejiga, la próstata y la vesícula seminal izquierdas. B. Vista posterior de la vejiga, la próstata, los conductos deferentes y las vesículas seminales.

La **cara superior de la vejiga** está recubierta de peritoneo y se relaciona con las asas del íleon o el colon sigmoide. A lo largo de los bordes laterales de esta cara, el peritoneo pasa a las paredes laterales de la pelvis.

A medida que la vejiga se llena, se vuelve ovoide y la cara superior protruye superiormente hacia la cavidad abdominal. La cubierta peritoneal se despegue de la porción inferior de la pared anterior del abdomen de manera que la vejiga entra en contacto directo con la pared anterior del abdomen.

Las **caras inferolaterales** están relacionadas con el **espacio retropúbico de tejido adiposo (almohadilla adiposa)** y los huesos púbicos. Posteriormente, yacen en contacto con el músculo obturador interno por encima y el elevador del ano por debajo.

El **cuello** de la vejiga se localiza en la porción inferior y descansa sobre la

cara superior de la próstata (véase [fig. 9-13](#)). Aquí, las fibras musculares lisas de la pared de la vejiga son continuas con las de la próstata. En el hombre, el cuello de la vejiga se mantiene en posición a través de los **ligamentos puboprostáticos**; en la mujer, se conocen como **ligamentos pubovesicales**. Estos ligamentos son engrosamientos de la fascia pélvica.

Cuando la vejiga se llena, la base y el cuello permanecen más o menos inalterados en su posición, pero la cara superior se eleva hacia el abdomen, como se ha descrito en párrafos anteriores.

La **mucosa** de la mayor parte de la vejiga vacía presenta pliegues que desaparecen cuando la vejiga está llena. El área triangular de la mucosa que cubre la cara interna de la base de la vejiga se conoce como **trígono vesical**. Aquí, la mucosa es siempre lisa, incluso cuando la vejiga está vacía (véase [fig. 9-12B](#)), porque se adhiere firmemente a la capa muscular subyacente.

Los **ángulos superiores** del trígono se corresponden con las aberturas de los uréteres, y el **ángulo inferior**, con el **orificio uretral interno**. Los uréteres perforan oblicuamente la pared de la vejiga, y esto proporciona una acción valvular, que evita el retroceso de la orina hacia los riñones a medida que la vejiga se llena.

El trígono está limitado superiormente por un pliegue muscular, que se extiende desde la abertura de un uréter a la del otro y se conoce como **pliegue interuretérico**. La **úvula vesical** es una pequeña elevación situada inmediatamente posterior al orificio uretral, originada por el lóbulo medio subyacente de la próstata.

La capa muscular de la vejiga está compuesta por músculo liso y dispuesta en tres capas de haces entrelazados conocidos como **músculo detrusor**. El componente circular de la capa muscular se engrosa en el cuello de la vejiga para formar el **esfínter vesical (esfínter interno de la uretra)**.

Vejiga femenina

La forma general y la estructura de la vejiga, la vascularización, el drenaje linfático, la inervación y el proceso de micción son idénticos a los del hombre. A continuación, se describen las diferencias más importantes.

Debido a la ausencia de próstata, la vejiga se localiza en un nivel más inferior que en la pelvis masculina, y el cuello descansa directamente sobre la cara superior del diafragma urogenital. La estrecha relación de la vejiga con el útero y la vagina tiene una relevancia clínica considerable (véase [fig. 9-5](#)).

El vértice de la vejiga se localiza posterior a la sínfisis del pubis. La base está separada del recto por la vagina. La cara superior está relacionada con el **fórnix uterovesical** peritoneal y con el cuerpo del útero.

Vascularización

Las **arterias vesicales superiores e inferiores**, ramas de las ilíacas internas, irrigan la vejiga.

Las venas forman el **plexo venoso vesical**, que drena en la ilíaca interna.

Drenaje linfático

La vejiga drena en los nódulos linfáticos ilíacos internos y externos.

Inervación

Las fibras posganglionares simpáticas se originan en el primer y segundo ganglios lumbares y descienden a la vejiga a través de los **plexos hipogástricos**. Las fibras preganglionares parasimpáticas surgen como **nervios esplácnicos pélvicos** de los nervios sacros segundo, tercero y cuarto. Pasan a través de los **plexos hipogástricos inferiores** y alcanzan la pared de la vejiga, donde hacen sinapsis con las neuronas posganglionares. La mayoría de las **fibras aferentes viscerales** que se originan en la vejiga alcanzan el sistema nervioso central (SNC) a través de los nervios esplácnicos pélvicos. Algunas fibras aferentes viajan con los nervios simpáticos a través de los plexos hipogástricos y entran en el primer y segundo segmentos lumbares de la médula espinal.

Los nervios parasimpáticos estimulan la contracción del músculo detrusor de la pared de la vejiga e inhiben la acción del esfínter vesical. El concepto tradicional establece que los nervios simpáticos inhiben la contracción del músculo detrusor y estimulan el cierre del esfínter vesical. Sin embargo, según corrientes de pensamiento más actuales, los nervios simpáticos del músculo detrusor pueden tener poca o ninguna acción sobre el músculo liso de la pared de la vejiga y se distribuyen principalmente a los vasos sanguíneos. En este caso, los nervios simpáticos del esfínter vesical desempeñan un papel menor en la contracción del esfínter para mantener la continencia urinaria. Sin embargo, en los hombres, la inervación simpática del esfínter provoca una contracción activa del cuello de la vejiga durante la eyaculación (provocada por la acción simpática), evitando así que el líquido seminal entre en la vejiga.

Micción

La micción consiste en una acción refleja controlada por centros superiores en el cerebro en aquellos individuos que pueden controlar los esfínteres para ir al baño. El reflejo se inicia cuando el volumen de orina alcanza unos 300 mL. Ello estimula los receptores de estiramiento en la pared de la vejiga, que transmiten impulsos al SNC que hacen que el individuo tenga un deseo consciente de orinar. La mayoría de los impulsos aferentes pasan por los **nervios pélvicos** y entran en el segundo, tercer y cuarto segmentos sacros de la médula espinal ([fig. 9-14](#)). Algunas de las fibras aferentes viajan con los nervios simpáticos a través de los plexos hipogástricos y entran en el primer y segundo segmentos lumbares de la médula espinal.

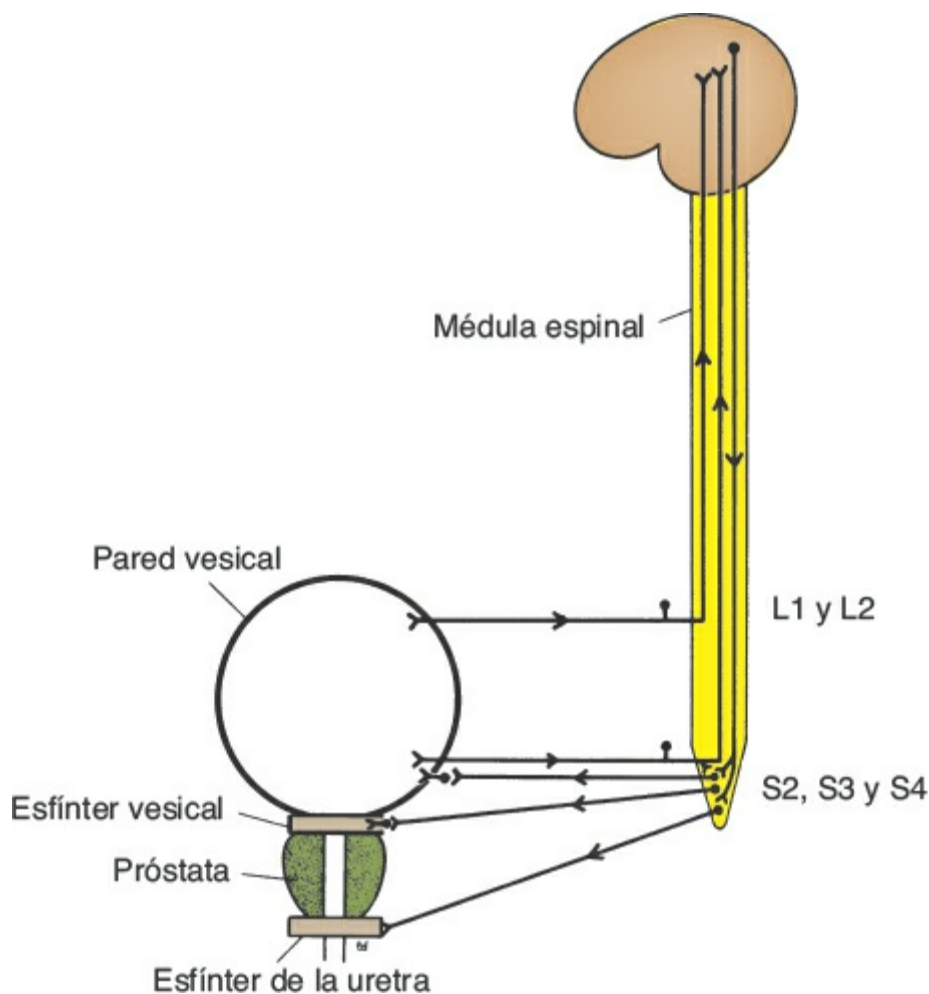


Figura 9-14 Control nervioso de la vejiga. Las fibras simpáticas se han omitido para simplificar la imagen.

Los **impulsos parasimpáticos** eferentes salen de la médula espinal desde los segmentos sacros segundo, tercero y cuarto y pasan a través de las fibras nerviosas preganglionares parasimpáticas por los nervios esplácnicos pélvicos y los plexos hipogástricos inferiores hacia la pared de la vejiga, donde hacen sinapsis con las neuronas posganglionares. Las neuronas posganglionares hacen que el músculo liso de la pared de la vejiga (el **músculo detrusor**) se contraiga y que el esfínter vesical se relaje. Los impulsos eferentes somáticos también pasan al esfínter externo de la uretra a través del nervio pudendo (S2, S3 y S4), y se produce la relajación. Una vez que la orina entra en la uretra, impulsos aferentes adicionales pasan a la médula espinal desde la uretra y refuerzan la acción refleja. La micción puede ser asistida por la contracción de los músculos abdominales, lo cual incrementa la presión intraabdominal y pélvica y ejerce una presión externa sobre la vejiga.

En niños pequeños, la micción es un acto reflejo simple y se produce cada vez que la vejiga se distiende. En adultos, este simple reflejo de estiramiento es inhibido por la actividad de la corteza cerebral hasta que el momento y el lugar para la micción sean favorables. Las fibras inhibitorias discurren inferiormente junto con los tractos corticoespinales hacia los segmentos sacros segundo,

tercero y cuarto de la médula. El control voluntario de la micción se logra mediante la contracción del esfínter de la uretra, que la cierra. El proceso es asistido por el esfínter vesical, que comprime el cuello de la vejiga. El control voluntario de la micción suele desarrollarse durante el segundo o tercer año de vida.



Notas clínicas

Cálculos ureterales

Los cálculos ureterales se analizan en el [capítulo 7](#). El uréter se estrecha anatómicamente en la unión con la pelvis renal, donde el uréter gira hacia la pelvis en el borde circunferencial pélvico y donde pasa a través de la pared de la vejiga. Los cálculos urinarios pueden quedar atascados en estos sitios.

Cuando un cálculo entra a la porción pélvica inferior del uréter, el dolor suele referirse al testículo y al glande en el hombre y el labio mayor en la mujer.

Palpación de la vejiga urinaria

La vejiga llena en el adulto se proyecta hacia el abdomen y puede palparse a través de la pared anterior del abdomen por encima de la sínfisis del pubis.

La **palpación bimanual** de la vejiga vacía, con o sin anestesia general, es un método importante de valoración clínica. En el hombre, se coloca una mano en la pared anterior del abdomen, por encima de la sínfisis del pubis, y el dedo índice enguantado de la otra mano se introduce en el recto. La pared de la vejiga puede palparse entre los dedos exploradores. En la mujer, puede realizarse una exploración abdominovaginal de manera similar. En niños, la vejiga está en una posición más superior debido al tamaño relativamente pequeño de la pelvis.

Distensión vesical

La vejiga adulta normal tiene una capacidad de unos 500 mL. En obstrucciones urinarias en los hombres, la vejiga puede distenderse significativamente sin daño permanente a la pared vesical. En tales casos, suele ser posible drenar 1 000-1 200 mL de orina a través de una sonda.

Retención urinaria

En hombres adultos, la retención urinaria suele deberse a una obstrucción de la uretra por un agrandamiento benigno o maligno de la próstata. También puede deberse a una uretritis o una prostatitis aguda. Aunque con mucha menos frecuencia, las mujeres también pueden sufrir retención urinaria aguda. La única causa anatómica de esta alteración en las mujeres es la inflamación aguda alrededor de la uretra (p. ej., herpes).

Aspiración suprapúbica

A medida que la vejiga se llena, la pared superior sobresale de la pelvis y despega el peritoneo de la cara posterior de la pared anterior del abdomen. En los casos de retención aguda de orina, cuando hay fallo del cateterismo, puede introducirse una aguja en la vejiga a través de la pared anterior del abdomen por encima de la sínfisis del pubis, sin entrar en la cavidad peritoneal. Este es un método simple para drenar la orina en casos urgentes.

Cistoscopia

La membrana mucosa de la vejiga, los dos orificios ureterales y el orificio uretral pueden observarse fácilmente con un **cistoscopio**. Con la vejiga distendida con líquido, se introduce en la vejiga un tubo iluminado equipado con lentes a través de la uretra. La membrana es rosada y lisa sobre el trigono. Si la vejiga se vacía parcialmente, la mucosa sobre el trigono permanece lisa, pero se pliega en otros sitios. Los orificios ureterales tienen forma de hendidura y expulsan una gota de orina en intervalos de aproximadamente 1 minuto. El pliegue interuretérico y la úvula vesical pueden

reconocerse fácilmente.

Lesiones vesicales

La vejiga puede romperse dentro o fuera del peritoneo. La **rotura intraperitoneal** suele afectar la pared superior de la vejiga, y ocurre con mayor frecuencia cuando la vejiga está llena y se ha extendido hacia el abdomen. La orina y la sangre escapan libremente hacia la cavidad peritoneal. La **rotura extraperitoneal** afecta la porción anterior de la pared de la vejiga inferior al nivel de la reflexión peritoneal. Ocurre con mayor frecuencia en las fracturas de la pelvis cuando los fragmentos óseos perforan la pared de la vejiga. La mayoría de los pacientes presentan dolor en la región inferior del abdomen y sangre en la orina (hematuria).

En niños pequeños, la vejiga es un órgano abdominal, por lo que un traumatismo abdominal puede lesionar la vejiga vacía.

Incontinencia urinaria de esfuerzo

La vejiga suele estar sostenida por la fascia pélvica visceral, que en ciertas áreas forma ligamentos. Sin embargo, el sostén más importante para la vejiga es el tono de los músculos elevadores del ano. En la mujer, un parto difícil, especialmente en el que se usan fórceps, estira excesivamente el sostén del cuello de la vejiga, y se pierde el ángulo normal entre la uretra y la pared posterior de la vejiga. Esta lesión causa *incontinencia de esfuerzo*, un trastorno de incontinencia urinaria parcial que se produce cuando el paciente tose, hace fuerza o se ríe excesivamente. Las mujeres obesas tienen el doble de incidencia de incontinencia que las mujeres con un peso normal. El tratamiento de esta incontinencia está dirigido a sostener la uretra para que se restaure el ángulo normal de la vejiga y la uretra. Un tratamiento relativamente exitoso consiste en la introducción de un dispositivo vaginal (**pesario**) que levanta el extremo superior de la uretra. La elevación quirúrgica de la uretra y el cuello de la vejiga, con suturas o un cabestrillo aponeurótico o una cinta artificial, permite un resultado permanente más satisfactorio.

Dificultad miccional después de una lesión de la médula espinal

Las lesiones en la médula espinal interrumpen el control nervioso de la micción.

La vejiga normal está innervada de la siguiente manera:

- La eferencia simpática proviene del primer y segundo segmento lumbar de la médula espinal. Los **nervios simpáticos** inhiben la contracción del músculo detrusor de la pared de la vejiga y estimulan el cierre del esfínter vesical (sin embargo, debe tenerse en cuenta la descripción anterior sobre la innervación de la vejiga).
- La eferencia parasimpática proviene de los segmentos sacros segundo, tercero y cuarto de la médula espinal. Los **nervios parasimpáticos** estimulan la contracción del músculo detrusor de la pared vesical, además de inhibir la acción del esfínter vesical.
- Las **fibras nerviosas sensitivas** entran en la médula espinal en los segmentos mencionados.

La interrupción del proceso de micción por lesiones de la médula espinal puede producir tres tipos de vejiga.

La **vejiga atónica** se produce durante la fase de *shock* espinal, inmediatamente después de la lesión, y puede durar desde unos pocos días hasta varias semanas. El músculo de la pared de la vejiga se relaja, el esfínter vesical se contrae significativamente y el esfínter de la uretra se relaja. La vejiga se distiende mucho y finalmente se desborda. Según el nivel de la lesión medular, el paciente puede tener o no consciencia de vejiga llena.

La **vejiga neurógena refleja** (fig. 9-15A) se produce después de que el paciente se haya recuperado del *shock* espinal, siempre que la lesión medular se encuentre por encima del nivel de la eferencia parasimpática (S2, S3 y S4). Este tipo de vejiga normalmente se presenta en la infancia. La vejiga se llena y se vacía de forma refleja. Los receptores de estiramiento de la pared de la vejiga

son estimulados a medida que la vejiga se llena, y los impulsos aferentes pasan a la médula espinal (segmentos S2-S4). Los impulsos eferentes pasan al músculo de la vejiga, que se contrae. El esfínter vesical y el esfínter de la uretra se relajan. Este reflejo simple se presenta cada 1-4 h.

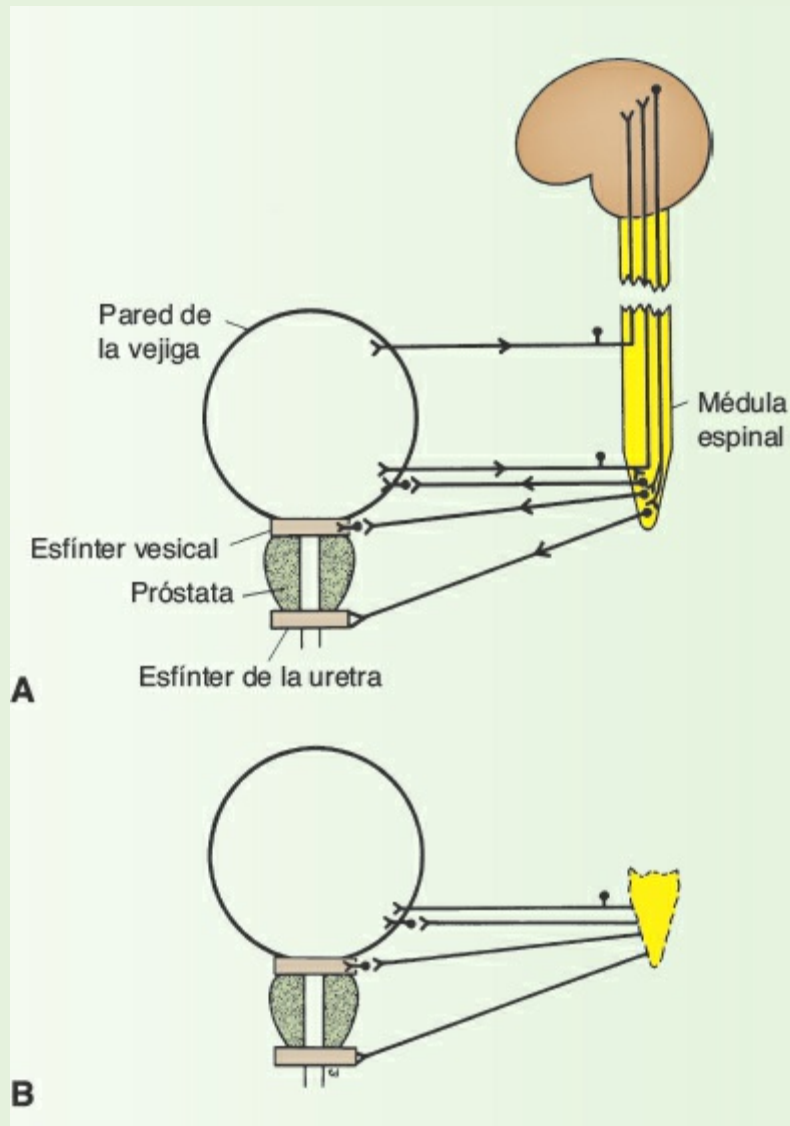


Figura 9-15 A. Control nervioso de la vejiga después de la sección de la médula espinal en la región superior del tórax. B. Destrucción de los segmentos sacros de la médula espinal. Se muestran las fibras aferentes de la vejiga que entran en el sistema nervioso central y las fibras eferentes parasympáticas que entran en la vejiga. Las fibras simpáticas han sido omitidas para mayor claridad.

La **vejiga autónoma** (véase [fig. 9-15B](#)) representa la alteración que ocurre cuando se rompen los segmentos sacros de la médula espinal. Tales segmentos se ubican en la parte superior de la región lumbar de la columna vertebral (véase [cap. 2](#)). La vejiga no tiene control reflejo externo. La pared de la vejiga se vuelve flácida y su capacidad aumenta considerablemente. En términos simples: se llena a toda su capacidad y se desborda; como resultado, se observa un goteo continuo (anomalía que se conoce como *rebosamiento*). La vejiga puede vaciarse parcialmente a través de la compresión manual de la parte inferior de la pared anterior del abdomen, pero las infecciones urinarias y los efectos de la presión sobre los uréteres y los riñones son inevitables.

ÓRGANOS GENITALES INTERNOS

MASCULINOS

Los órganos genitales internos masculinos incluyen el conducto deferente, las vesículas seminales, los conductos eyaculadores, la próstata, la uretra prostática y la porción intermedia de la uretra (uretra membranosa). Esta última y el pene se describen en el [capítulo 10](#). Los testículos y el epidídimo (ambos órganos genitales externos) se analizan en el [capítulo 6](#).

Conducto deferente

El conducto deferente es un tubo de paredes gruesas de unos 45 cm de largo, responsable del transporte de los espermatozoides maduros desde el epidídimo hasta el conducto eyaculador y la uretra. Nace en la **cola** (extremo inferior) **del epidídimo** y pasa a través del conducto inguinal. Sale por el anillo inguinal profundo y pasa alrededor del borde lateral de la arteria epigástrica inferior (véase [fig. 9-11A](#)). Luego desciende posteroinferiormente sobre la pared lateral de la pelvis y cruza el uréter en la región de la espina ciática. Los conductos deferentes se extienden medial e inferiormente sobre la cara posterior de la vejiga. La porción terminal del conducto se ensancha para formar la **ampolla del conducto deferente** (véase [fig. 9-13](#)). El extremo inferior de la ampolla se estrecha y se une al conducto de la vesícula seminal para formar el **conducto eyaculador**.

Vesículas seminales

Las vesículas seminales son dos órganos lobulados de unos 5 cm de largo ubicados sobre la base de la vejiga (véase [fig. 9-13](#)). Cada vesícula seminal está formada por un tubo muy enrollado encerrado en tejido conjuntivo. La porción terminal del conducto deferente se localiza en el lado medial de cada vesícula. Posteriormente, las vesículas seminales están relacionadas con el recto (véase [fig. 9-4](#)). Inferiormente, cada vesícula seminal se estrecha y se une al conducto deferente homolateral para formar el **conducto eyaculador**.

Vascularización

Las **arterias vesicales inferiores** y **rectales medias**, cada una de las cuales es una rama de la arteria ilíaca interna, irrigan las vesículas seminales.

Las venas drenan en las venas ilíacas internas.

Drenaje linfático

Las vesículas seminales drenan en los nódulos ilíacos internos.

Función

Las vesículas seminales producen una secreción que se agrega al líquido seminal, la cual nutre a los espermatozoides. Durante la eyaculación, las

vesículas seminales se contraen y expulsan su contenido hacia los conductos eyaculadores, liberando de esta manera a los espermatozoides que se localizan en la uretra.

Conductos eyaculadores

Cada conducto eyaculador mide más de 2,5 cm de largo y está formado por la unión del conducto deferente y el conducto de la vesícula seminal (fig. 9-16). El conducto eyaculador perfora la cara posterior de la próstata y se abre hacia la porción prostática de la uretra, cerca del borde del **utrículo prostático**. Su función es drenar el líquido seminal en la uretra prostática.

Próstata

La próstata es un órgano glandular fibromuscular que rodea la uretra prostática (véanse figs. 9-4 y 9-16). Mide unos 3 cm de largo y se localiza entre el cuello de la vejiga y el diafragma urogenital (véase fig. 9-16).

La próstata está rodeada por una cápsula fibrosa. De forma relativamente cónica, tiene una **base**, que se localiza contra el cuello de la vejiga superiormente, y un **vértice**, que se halla contra el diafragma urogenital inferiormente. Los dos conductos eyaculadores penetran la parte superior de la cara posterior de la próstata para abrirse en la uretra prostática, en los bordes laterales del **utrículo prostático**.

Las numerosas glándulas de la próstata se encuentran contenidas en una mezcla de músculo liso y tejido conjuntivo, y sus conductos se abren hacia la uretra prostática (véase fig. 9-16C).

Aunque no están claramente diferenciados, la próstata puede dividirse en **cinco lóbulos** (véase fig. 9-16). El **lóculo anterior** se localiza anterior a la uretra y carece de tejido glandular. El **lóculo medio** es la cuña de la glándula, ubicada entre la uretra y los conductos eyaculadores. Su cara superior se relaciona con el triángulo vesical; contiene una cantidad significativa de glándulas. El **lóculo posterior** es posterior a la uretra e inferior a los conductos eyaculadores, y también contiene tejido glandular. Los **lóbulos laterales derecho e izquierdo** se localizan a ambos lados de la uretra y están separados entre sí por un surco vertical poco profundo en la cara posterior de la próstata. Los lóbulos laterales contienen numerosas glándulas.

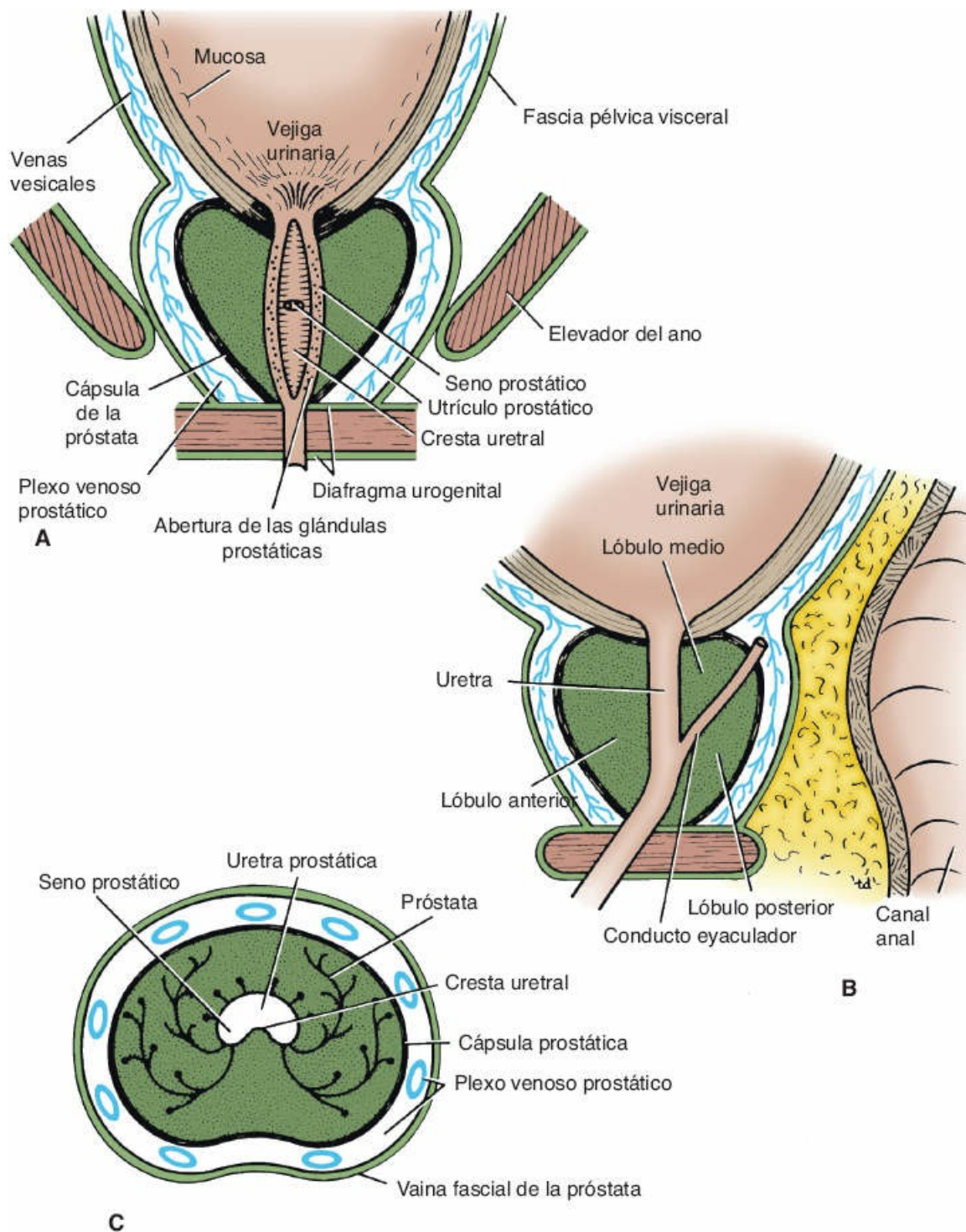


Figura 9-16 Sección coronal (A), sección sagital (B) y sección horizontal (C) de la próstata. En la sección coronal, obsérvense las aberturas de los conductos eyaculadores en el borde del utrículo prostático.

Relaciones

- **Superiormente.** La base de la próstata es continua con el cuello de la vejiga, y el músculo liso pasa sin interrupción de un órgano a otro. La uretra entra en el centro de la base de la próstata (véanse [figs. 9-4](#) y [9-16](#)).
- **Inferiormente.** El vértice de la próstata se localiza en la cara superior del

diafragma urogenital. La uretra sale de la próstata inmediatamente superior al vértice en la cara anterior (véase fig. 9-16B).

- **Anteriormente.** La próstata se relaciona con la sínfisis del pubis, y se separa de ella por la grasa extraperitoneal en el **espacio retropúbico** (espacio de Retzius). La próstata está conectada con la cara posterior de los huesos púbicos por los **ligamentos puboprostáticos** (véase fig. 9-4).
- **Posteriormente.** La próstata (véanse figs. 9-4 y 9-16B) está estrechamente relacionada con la cara anterior de la ampolla del recto y separada de ella por el **tabique rectovesical** (fascia de Denonvilliers). Este tabique se forma durante la vida fetal por la fusión de las paredes del extremo inferior del saco peritoneal rectovesical, que originalmente se extiende hasta el cuerpo perineal.
- **Lateralmente.** La próstata está rodeada por las fibras anteriores del elevador del ano a medida que se extienden posteriormente desde el pubis (véase fig. 9-16A).

Uretra prostática

La uretra prostática mide unos 3 cm de largo y comienza en el cuello de la vejiga. Pasa a través de la próstata desde la base hasta el vértice, donde continúa con la porción membranosa de la uretra (véase fig. 9-16).

La uretra prostática constituye la **porción más ancha y más dilatable de toda la uretra**. Una cresta longitudinal, denominada **cresta uretral**, se localiza en la pared posterior (véase fig. 9-16A). Dos surcos, los **senos prostáticos**, discurren a lo largo de cada lado de la cresta; las glándulas prostáticas se abren dentro de estos surcos. Una pequeña depresión, el **utrículo prostático** (que es un análogo del útero y la vagina en las mujeres), yace en el extremo de la cresta uretral. Las aberturas de los dos conductos eyaculadores se localizan en cada uno de los bordes de la boca del utrículo (véase fig. 9-16A).

Función de la próstata

La próstata secreta un líquido lechoso y diluido que contiene ácido cítrico y fosfatasa ácida, que se añade al líquido seminal en el momento de la eyaculación. El músculo liso, que rodea las glándulas, comprime la secreción en la uretra prostática. La secreción prostática es alcalina y ayuda a neutralizar la acidez en la vagina.

Vascularización

La próstata está irrigada por las ramas de las **arterias vesicales inferiores** y **rectales medias**, cada una de las cuales es una rama de la arteria ilíaca interna.

Las venas forman el **plexo venoso prostático**, que se localiza fuera de la cápsula de la próstata (véase fig. 9-16). El plexo prostático recibe la vena dorsal profunda del pene y numerosas venas vesicales, y drena en las venas ilíacas internas.

Drenaje linfático

La próstata drena en los nódulos linfáticos ilíacos internos.

Inervación

Los ramos de los plexos hipogástricos inferiores inervan la próstata. Los nervios simpáticos estimulan el músculo liso de la próstata durante la eyaculación.

Fascia pélvica visceral

La fascia pélvica visceral es una capa de tejido conjuntivo que cubre y sostiene las vísceras pélvicas (véase [fig. 9-16](#)).

Peritoneo

El peritoneo se entiende mejor si se traza alrededor de la pelvis en un plano sagital (véase [fig. 9-4](#)).

El peritoneo parietal desciende desde la pared anterior del abdomen hacia la cara superior de la vejiga urinaria. Luego, desciende una corta distancia sobre la cara posterior de la vejiga hasta que alcanza los extremos superiores de las vesículas seminales. Aquí, se desplaza posteriormente para alcanzar la cara anterior del recto, formando el **fórnix rectovesical**, que es poco profundo. A continuación, asciende por la cara frontal del tercio medio del recto y las caras frontal y lateral del tercio superior del recto. Después, se continúa con el peritoneo parietal de la pared posterior del abdomen. Por lo tanto, el fórnix rectovesical es la porción más inferior de la cavidad peritoneal abdominopélvica cuando el paciente está en posición erecta.

El peritoneo que cubre la cara superior de la vejiga pasa hacia las paredes laterales de la pelvis pero no cubre las caras laterales de la vejiga. Cabe recordar que, a medida que la vejiga se llena, la pared superior se eleva hacia el abdomen y se separa del peritoneo de la pared anterior del abdomen de manera que la vejiga entra en contacto directo con ella.



Notas clínicas

Exploración prostática

La próstata puede explorarse clínicamente mediante la palpación con un tacto rectal (véase [cap. 10](#)). El dedo enguantado del explorador puede notar la cara posterior de la próstata a través de la pared anterior del recto.

Actividad prostática y enfermedades

Se considera que los andrógenos y los estrógenos circulantes en el torrente sanguíneo controlan la actividad glandular normal de la próstata. Las secreciones prostáticas se vierten en la uretra durante la eyaculación y se añaden al líquido seminal. Dichas secreciones contienen una gran cantidad de la importante enzima fosfatasa ácida. Cuando las células glandulares que producen esta enzima no pueden verter su secreción hacia los conductos, como ocurre en el cáncer de próstata, aumenta la concentración sérica de fosfatasa ácida.

Pueden encontrarse pequeñas cantidades de proteínas producidas específicamente por las células

epitelia les prostáticas en la sangre periférica. En ciertas enfer medades de la próstata, especialmente el cáncer, se produce un incremento excesivo de las concentraciones en sangre de estas proteínas. La concentración específica de proteínas puede medirse con una sencilla prueba de laboratorio denominada *análisis del antígeno prostático específico (APE)*.

Hiperplasia prostática benigna

La hiperplasia prostática benigna es frecuente en hombres mayores de 50 años. Es posible que la causa consista en un desequilibrio en el control hormonal de la glándula. El lóbulo medio de la próstata se agranda superiormente e invade el esfínter vesical, ubicado en el cuello de la vejiga (fig. 9-17). La filtración de orina hacia la uretra prostática causa un intenso deseo miccional reflejo. El agrandamiento de los lóbulos mediano y laterales de la próstata produce la elongación, compresión lateral y distorsión de la uretra, de modo que el paciente experimenta dificultad para orinar y debilidad del flujo. El efecto de contrapresión sobre los uréteres y ambos riñones es una complicación habitual. El agrandamiento de la úvula vesical (por el agrandamiento del lóbulo medio) da como resultado la formación de una bolsa de orina estancada por detrás del orificio uretral dentro de la vejiga. Habitualmente, la orina estancada se infecta y la vejiga se inflama (*cistitis*), lo que aumenta los síntomas del paciente.

El cirujano debe respetar el plexo venoso prostático en todas las intervenciones de la próstata. Las venas tienen paredes finas, no tienen válvulas y son drenadas por diversos troncos grandes directamente a las venas ilíacas internas. El daño de estas venas puede causar una hemorragia grave.

Cáncer de próstata y plexo venoso prostático

El plexo venoso prostático y las venas vertebrales tienen muchas conexiones entre sí. Durante la tos y el estornudo o la distensión abdominal, es posible que la sangre venosa prostática fluya en dirección inversa y entre en las venas vertebrales. Esto explica la frecuente aparición de metástasis óseas en la región inferior de la columna vertebral y los huesos pélvicos en los pacientes con carcinoma prostático. Las células cancerosas entran en el cráneo a través de esta vía a través de las venas prostáticas y vertebrales avalvulares.

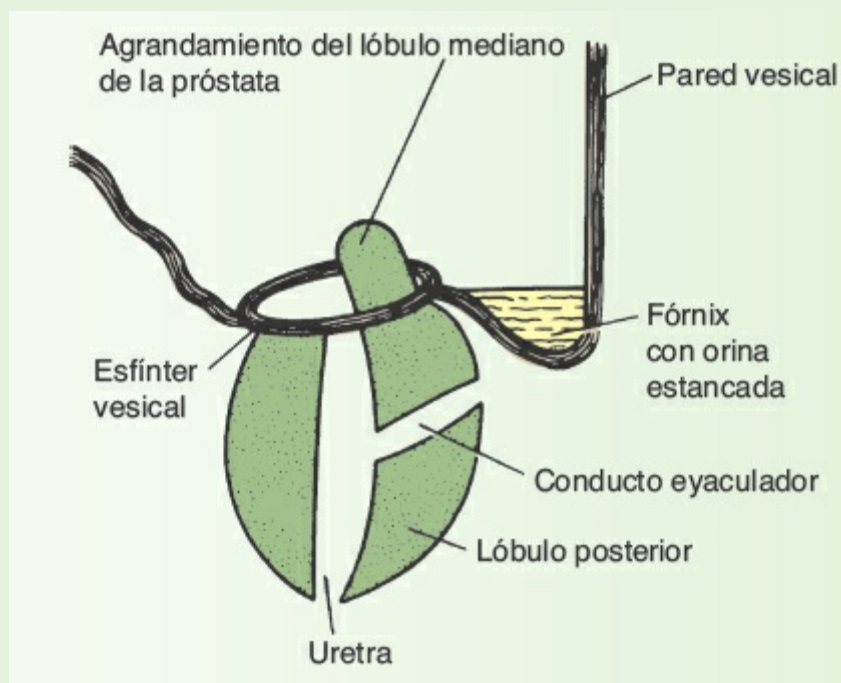


Figura 9-17 Sección sagital de una próstata con agrandamiento benigno del lóbulo medio. Obsérvese la bolsa vesical llena de orina estancada detrás de la próstata.



Notas embriológicas

Desarrollo de la vejiga

La división de la cloaca en dos partes, anterior y posterior, a partir del desarrollo del **septo uororrectal** se ha descrito anteriormente (véase [fig. 9-8](#)). La porción posterior forma el **canal anorrectal** ([fig. 9-18](#); véase también [fig. 9-1](#)). La entrada de los extremos distales de los conductos mesonéfricos en la parte anterior de la cloaca en cada lado permite, con fines descriptivos, dividir la porción anterior de la cloaca en un área por encima de las entradas del conducto, denominada **vejiga primitiva**, y otra área inferior denominada **seno urogenital**.

A continuación, los extremos caudales de los conductos mesonéfricos se reabsorben en la parte inferior de la vejiga, de modo que los uréteres y los conductos tienen aberturas independientes en la pared dorsal (véase [fig. 9-18](#)). Con el crecimiento diferencial de la pared dorsal de la vejiga, los uréteres se abren a través de los ángulos laterales de la vejiga, y los conductos mesonéfricos se abren entre sí en lo que será la uretra. Esa parte de la pared dorsal de la vejiga delimitada por las aberturas de estos cuatro conductos forma el **trígono vesical** ([fig. 9-19](#)). Por lo tanto, en las primeras etapas, el revestimiento de la vejiga sobre el trígono es de origen mesodérmico. Luego, este tejido es reemplazado por tejido de origen endodérmico. El músculo liso de la pared de la vejiga deriva del mesodermo esplacnopleural.

A continuación, la vejiga primitiva se divide en una porción dilatada superior, la **vejiga**, y una porción estrecha inferior, la **uretra** (véase [fig. 9-18](#)). El vértice de la vejiga es continuo con el **alantoides**, que se oblitera y forma un núcleo fibroso, el **uraco**. El uraco se mantiene toda la vida como el **ligamento umbilical medio**, que va desde el vértice de la vejiga hasta el ombligo.

La **extrofia vesical (ectopia vesical)** es una anomalía congénita tres veces más frecuente en hombres que en mujeres. La pared posterior de la vejiga protruye a través de un defecto en la pared anterior del abdomen inferior al ombligo ([fig. 9-20](#)). La alteración se debe a un fallo del mesénquima embrionario en el momento de invadir el disco embrionario caudal a la membrana cloacal. La ausencia de mesénquima entre el ectodermo y el entodermo produce un estado inestable, seguido por la rotura de esta área.

Debido al riesgo de presentar incontinencia urinaria y de la aparición casi segura de infecciones urinarias ascendentes, será necesario intentar la reconstrucción quirúrgica de la vejiga.

Destino de los conductos mesonéfricos

En ambos sexos, el conducto mesonéfrico (de Wolff) da origen al **esbozo ureteral** en cada lado, que forma los **uréteres**, las **pelvis** ureterales, los **cálices mayor y menor**, y los **túbulos colectores** del riñón (véase [cap. 7](#)). Su extremo inferior se reabsorbe en la vejiga en desarrollo y forma el **trígono** y parte de la **uretra**.

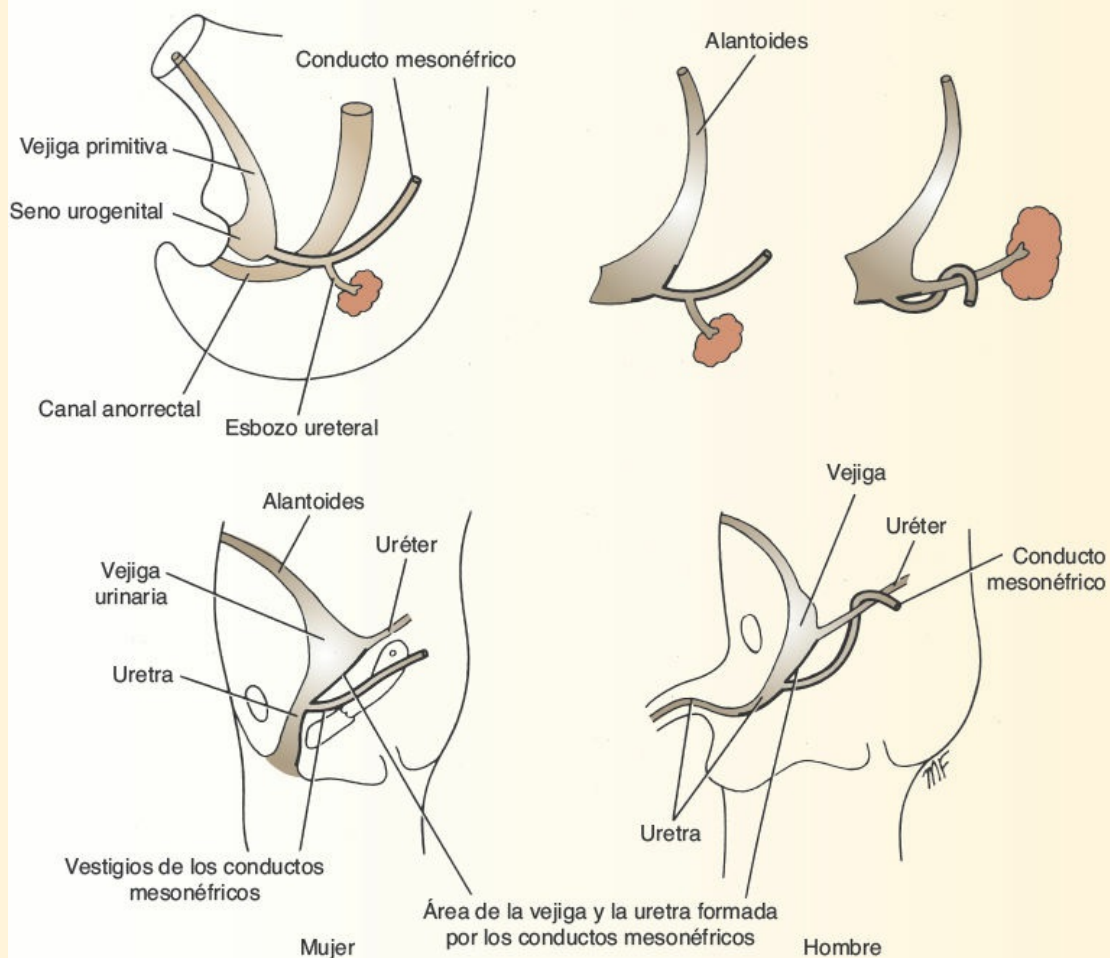


Figura 9-18 Formación de la vejiga urinaria desde la porción anterior de la cloaca y las porciones terminales de los conductos mesonéfricos en ambos sexos. Los conductos mesonéfricos y los esbozos ureterales se introducen en la vejiga en desarrollo.

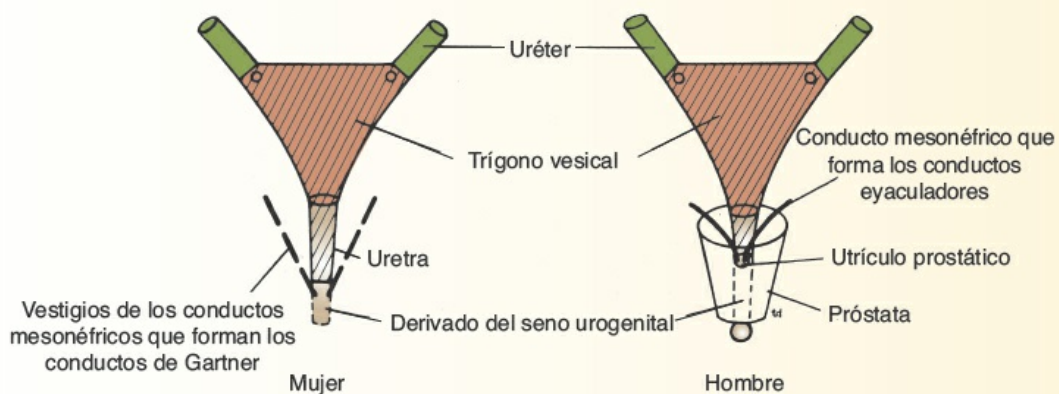


Figura 9-19 Partes de la vejiga y la uretra derivadas de los conductos mesonéfricos en ambos sexos (*marcas oblicuas*). El extremo inferior de la uretra en la mujer y la parte inferior de la uretra prostática en el hombre se forman a partir del seno urogenital.

En el hombre, su extremo superior o craneal se une al testículo en desarrollo por los conductos eferentes del testículo, por lo que se convierte en el **conducto del epidídimo**, el vaso **eferente** y el **conducto eyaculador**. De este último se origina un pequeño divertículo que forma la **vesícula**

seminal (véase fig. 6-30).

En la mujer, los conductos mesonéfricos prácticamente desaparecen y únicamente se conservan algunos vestigios, por ejemplo, el **conducto epoóforo** y el **conducto paroóforo**. También puede persistir el extremo caudal. En tales casos, este se extiende desde el epoóforo hasta el himen (**conducto de Gartner**).

Desarrollo uretral

En el hombre, la **uretra prostática** se forma a partir de dos fuentes. La parte proximal, hasta las aberturas de los conductos eyaculadores, deriva de los conductos mesonéfricos. La parte distal de la uretra prostática se forma a partir del seno urogenital (véase fig. 9-19). La porción intermedia de la uretra (**uretra membranosa**) y la mayor parte de la **uretra esponjosa (peneana)** también se forman a partir del seno urogenital. El extremo distal de la uretra peneana deriva de un crecimiento interno de células ectodérmicas en el glánde del pene.

En la mujer, los dos tercios superiores de la uretra derivan de los conductos mesonéfricos. El extremo inferior de la uretra se forma a partir del seno urogenital.

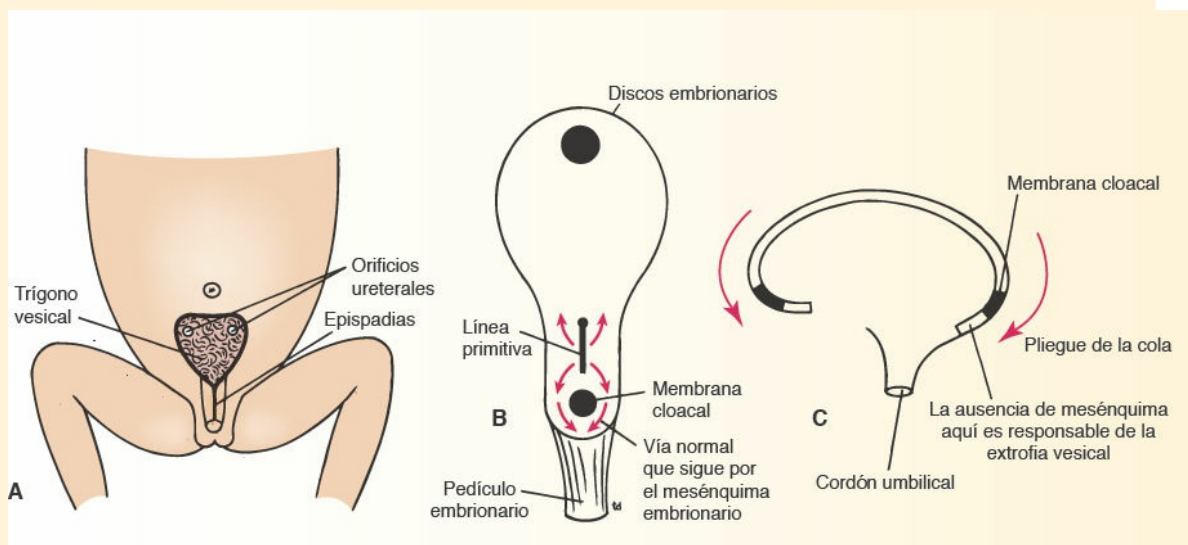


Figura 9-20 A. Extrofia vesical. B. Vista dorsal del disco embrionario. Se muestra la trayectoria normal que sigue el mesénquima embrionario en crecimiento en la región de la cloaca. C. Vista lateral de un feto. Los pliegues de la cabeza y la cola se han desarrollado, pero el mesénquima no ha podido entrar en la pared del cuerpo ventral entre la cloaca y el cordón umbilical.

ÓRGANOS GENITALES INTERNOS FEMENINOS

Los órganos genitales internos femeninos comprenden los ovarios, las trompas uterinas, el útero y la vagina. Los genitales externos se describen en el [capítulo 10](#).

Ovarios

Hay un ovario a cada lado de la pelvis. De forma ovalada, cada uno mide unos 4 × 2 cm y se adhiere a la parte posterior del ligamento ancho a través del **mesoovario** (fig. 9-21).

La porción del ligamento ancho que se extiende entre la inserción del mesoovario y la pared lateral de la pelvis es el **ligamento suspensorio del ovario**.

El **ligamento redondo del ovario**, que representa los vestigios de la porción superior del gubernáculo, conecta el borde lateral del útero con el ovario (véanse figs. 9-11B y 9-21).

En general, el ovario se localiza contra la pared lateral de la pelvis en una depresión denominada **fosa ovárica**, limitada por los vasos ilíacos externos superiormente y los vasos ilíacos internos posteriormente (véase fig. 9-11B). Sin embargo, la posición del ovario es extremadamente variable y, a menudo, cuelga en el **fórnix rectouterino** (de Douglas). Durante el embarazo, el útero agrandado empuja los ovarios hacia la cavidad abdominal. Después del parto, cuando el ligamento ancho está relajado, el ovario ocupa una posición variable en la pelvis.

Los ovarios están rodeados por una delgada cápsula fibrosa, la **túnica albugínea**. Un área modificada de peritoneo llamada **epitelio germinal** cubre esta cápsula externamente. El término *epitelio germinal* es un nombre inapropiado porque la capa no da lugar a óvulos. Las oogonias se desarrollan antes del nacimiento a partir de células germinales primordiales.

Antes de la pubertad, el tejido del ovario es liso, pero se va volviendo cicatricial por la degeneración de los cuerpos lúteos sucesivos. Después de la menopausia, el tamaño del ovario se reduce y su superficie se llena de cicatrices.

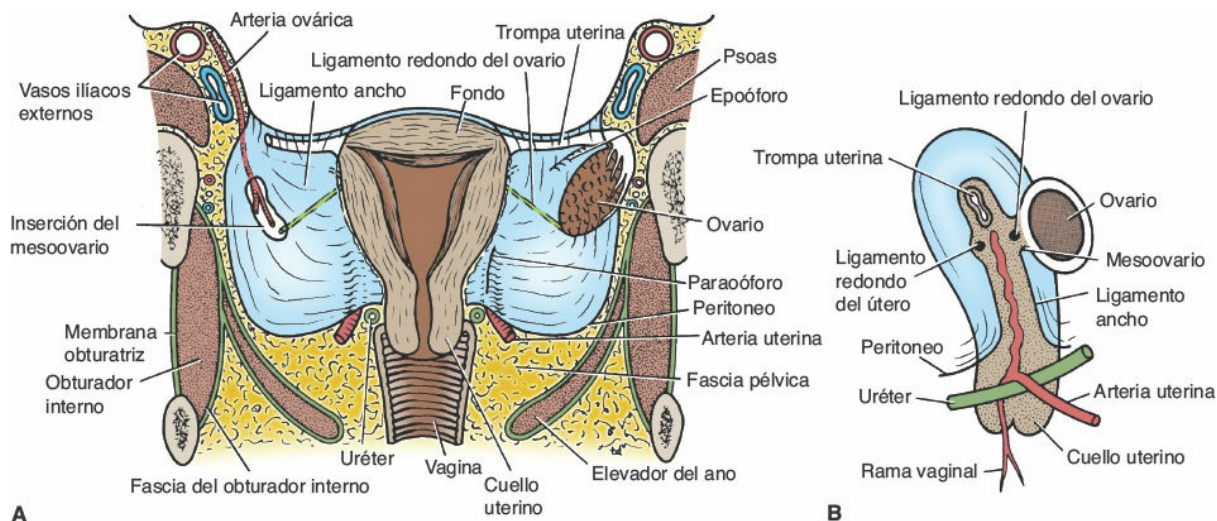


Figura 9-21 A. Sección coronal de la pelvis que muestra el útero, los ligamentos anchos y el ovario derecho en vista posterior. El ovario izquierdo y parte de la trompa uterina izquierda se han extraído para mayor claridad. B. Vista lateral del útero. Nótense las estructuras que yacen dentro del ligamento ancho. Obsérvese que el útero ha sido retrovertido hacia el plano de la luz vaginal en ambos diagramas.

Función

Los ovarios son los órganos responsables de la producción de las células germinales femeninas, los **óvulos (ovocitos)**, y las hormonas sexuales femeninas, los **estrógenos** y la **progesterona**, en la mujer sexualmente madura.

Vascularización

La **arteria ovárica** nace en la aorta abdominal a nivel de la vértebra L1.

La vena ovárica se drena en la **vena cava inferior** del lado derecho y en la **vena renal izquierda** del lado izquierdo. Es la misma relación que la de las venas testiculares en los hombres.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos del ovario siguen a la arteria ovárica y drenan en los **nódulos linfáticos paraaórticos** a nivel de la vértebra L1.

Inervación

La inervación del ovario deriva del plexo aórtico y acompaña a la arteria ovárica.

La vascularización, el drenaje linfático y la inervación del ovario pasan por la entrada de la pelvis y cruzan los vasos ilíacos externos (véase [fig. 9-21](#)). Todos alcanzan el ovario pasando a través del extremo lateral del ligamento ancho, la porción conocida como **ligamento suspensorio del ovario**. Los vasos y los nervios finalmente entran en el hilio del ovario a través del **mesoovario**.



Notas clínicas

Posición de los ovarios

El ligamento ancho y el mesoovario mantienen el ovario en posición. Después del embarazo, el ligamento ancho está laxo y los ovarios pueden prolapsar hacia el fórnix rectouterino. En estas circunstancias, el ovario puede doler y causar molestias en las relaciones sexuales (**dispareunia**). Un ovario localizado en el fórnix rectouterino puede palparse a través del fórnix posterior de la vagina.

Quistes de ovario

Los **quistes foliculares** son frecuentes y se originan en los folículos de De Graaf no rotos; rara vez exceden los 1,5 cm de diámetro. Los **quistes lúteos** se forman en el cuerpo lúteo. El líquido queda retenido y el cuerpo lúteo no puede fibrosarse. Los quistes lúteos casi nunca exceden los 3 cm de diámetro.



Notas embriológicas

Desarrollo ovárico

El cromosoma sexual femenino hace que la **cresta genital** de la pared posterior del abdomen segregue estrógenos. La presencia de los estrógenos y la ausencia de la testosterona inducen el desarrollo del ovario y de los otros órganos genitales femeninos.

Los **cordones sexuales** contenidos dentro de las crestas genitales contienen grupos de **células germinales primordiales**. Estos son degradados en grupos de células irregulares por el mesénquima proliferativo ([fig. 9-22](#)). Las células germinales se diferencian en **oogonia** y, al tercer mes, comienzan a sufrir una serie de divisiones mitóticas dentro de la corteza del ovario para formar

ovocitos primarios. Una sola capa de células derivadas de los cordones sexuales, llamadas **células de la granulosa**, rodea estos ovocitos primarios. Así se forman los **folículos primordiales**, si bien muchos degeneran. El mesénquima que rodea los folículos proporciona el **estroma ovárico**. La relación del ovario con la trompa uterina en desarrollo se muestra en la [figura 9-23](#).

Disgenesia ovárica

En el síndrome de Turner, se produce un fallo completo en el desarrollo de ambos ovarios. Las características clásicas de este síndrome son cuello alado, baja estatura y constitución robusta, aumento del ángulo de carga de los codos, ausencia de caracteres sexuales secundarios y amenorrea.

Descenso imperfecto de los ovarios

El ovario puede no descender hacia la pelvis o, en muy raras ocasiones, puede descender junto con el ligamento redondo del útero hacia el conducto inguinal o incluso hacia el labio mayor.

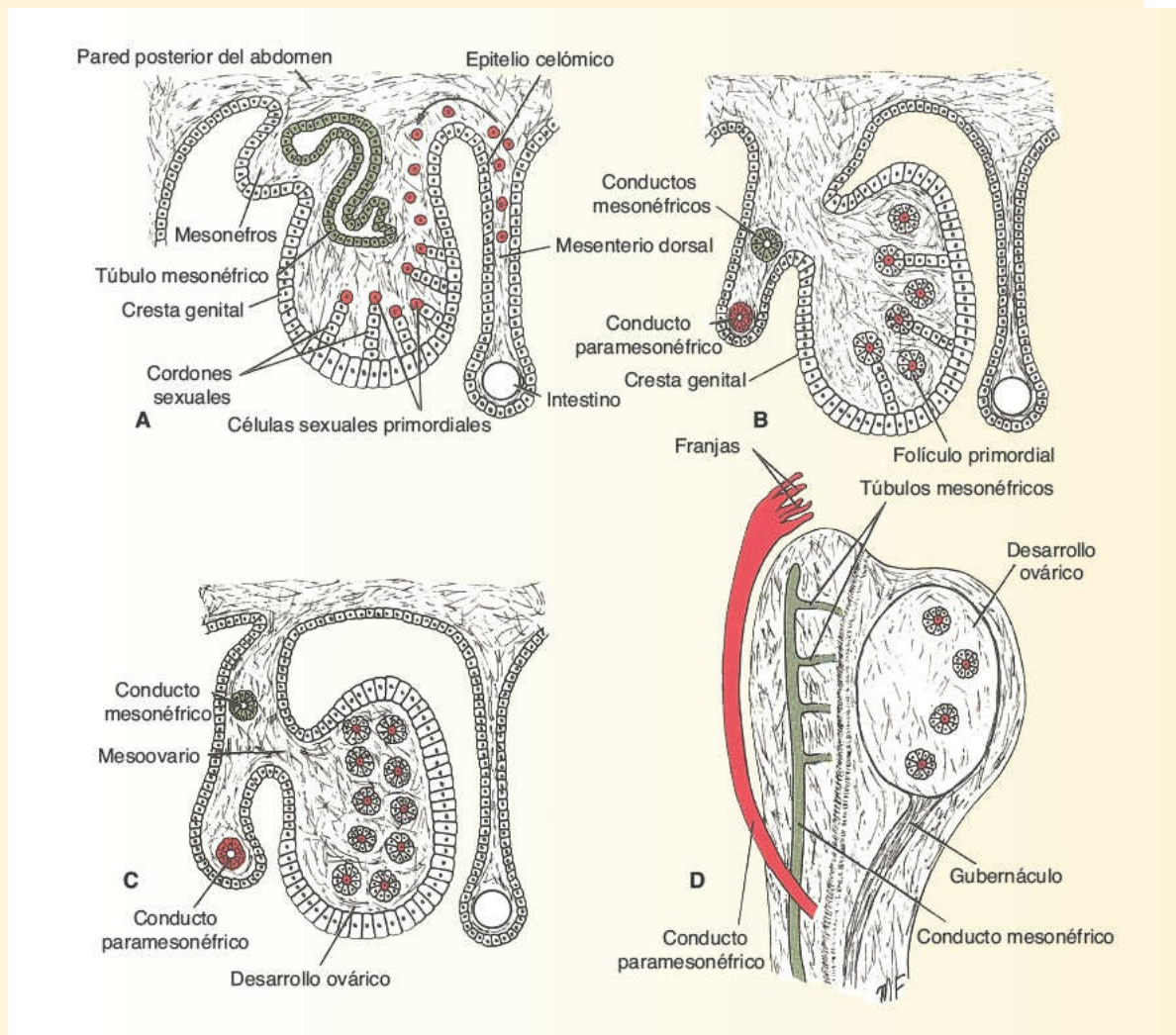


Figura 9-22 Etapas sucesivas (A-D) en la formación del ovario y su relación con los conductos mesonéfricos y paramesonéfricos.

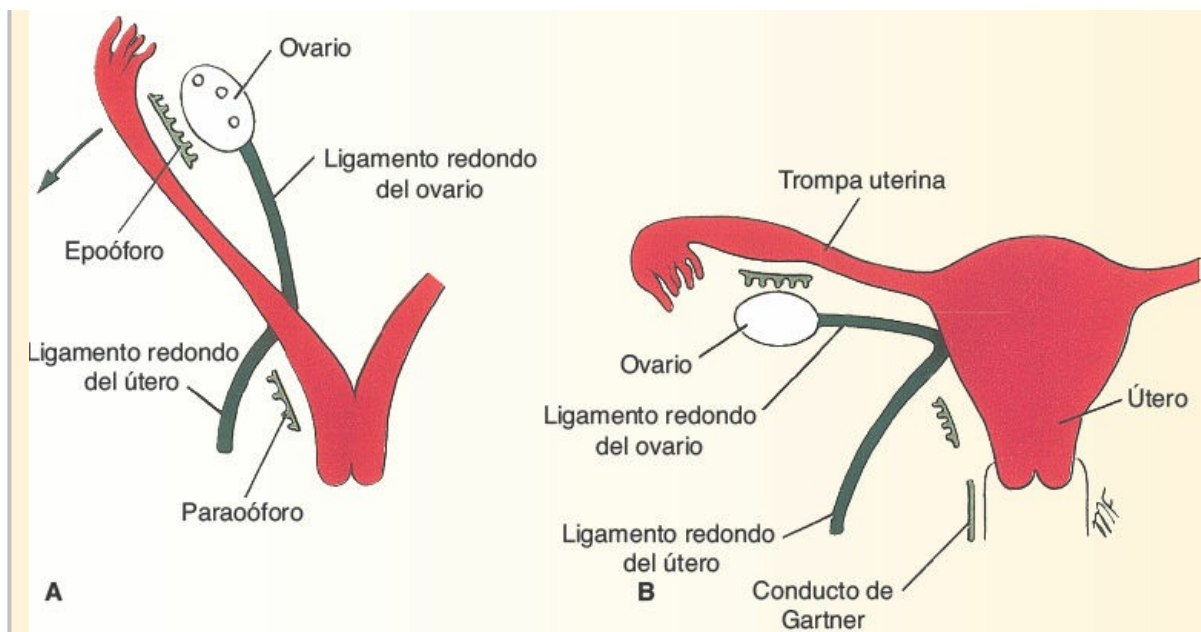


Figura 9-23 Etapas iniciales (A) y finales (B) en el descenso del ovario y su relación con la trompa uterina y el útero en desarrollo.

Trompas uterinas (de Falopio)

Las dos trompas uterinas tienen unos 10 cm de longitud y se localizan en el borde superior del **ligamento ancho** (véanse [figs. 9-11B](#) y [9-21](#)). Cada una conecta la cavidad peritoneal en la región del ovario con la cavidad uterina. Las trompas se subdividen en cuatro partes:

1. El **infundíbulo** o pabellón es el extremo lateral, en forma de embudo, que se proyecta más allá del ligamento ancho y yace sobre el ovario. El borde libre del embudo tiene varios procesos similares a dedos, denominados **franjas**, que cubren el ovario ([fig. 9-24](#); véase también [fig. 9-21](#)).
2. La **ampolla** es la parte más ancha de la trompa (véase [fig. 9-24A](#)).
3. El **istmo** es la parte más angosta de la trompa y se halla inmediatamente lateral al útero (véase [fig. 9-24A](#)).
4. La **porción uterina (intramural)** es el segmento que perfora la pared uterina (véase [fig. 9-24A](#)).

Función

La trompa uterina recibe el óvulo del ovario y proporciona un sitio donde puede llevarse a cabo la fecundación (en general, en la ampolla). Proporciona nutrición al óvulo fecundado y lo transporta a la cavidad del útero. La trompa sirve como conducto a lo largo del cual los espermatozoides viajan para alcanzar el óvulo.

Vascularización

Las **arterias uterinas**, ramas de las arterias ilíacas internas, y las **arterias**

ováricas, ramas de la aorta, irrigan las trompas uterinas (véase [fig. 9-24A](#)).

Las venas se corresponden con las arterias.

Drenaje linfático

Las trompas uterinas drenan en los **nódulos linfáticos ilíacos internos** y los **paraaórticos**.

Inervación

Las trompas uterinas reciben inervación de los nervios simpáticos y parasimpáticos de los **plexos hipogástricos inferiores**.

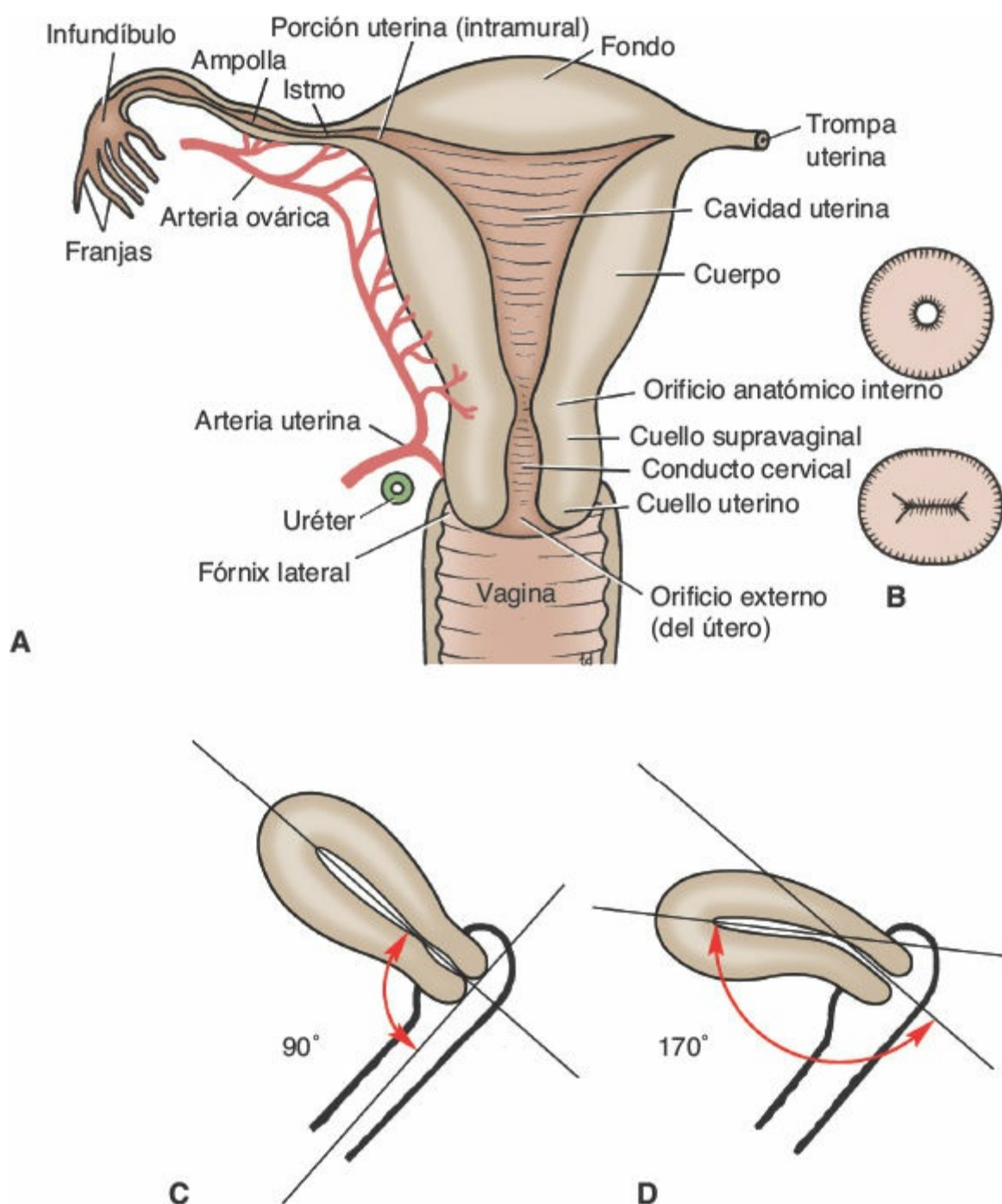


Figura 9-24 A. Diferentes partes de la trompa uterina y el útero. B. Orificio externo (del útero): (arriba) mujeres nulíparas; (abajo) mujeres que han tenido hijos. C. Útero en anteversión. D. Útero en anteversión y anteflexión.



Notas clínicas

Concepto clínico: trompa uterina como vía para la infección

La trompa uterina se localiza en el borde superior libre del ligamento ancho y es una vía directa de comunicación desde la vulva a través de la vagina y la cavidad uterina hasta la cavidad peritoneal.

Enfermedad pélvica inflamatoria

Los microorganismos patógenos pueden penetrar en el organismo por medio del contacto sexual, ascender a través del útero y entrar en las trompas uterinas. Puede producirse **salpingitis**, con filtración de pus en la cavidad peritoneal, lo que provoca pelviperitonitis. En general, se produce un absceso pélvico o la infección se extiende aún más, causando peritonitis general.

Embarazo ectópico

La implantación y el crecimiento de un óvulo fertilizado pueden ocurrir fuera de la cavidad uterina en la pared de la trompa (**fig. 9-25**). Esta es una variedad de embarazo ectópico. Dado que no hay formación de la decidua en la trompa, la acción de erosión del trofoblasto destruye rápidamente la pared de la trompa. El resultado más frecuente es el aborto o la rotura de la trompa, con derrame de una gran cantidad de sangre hacia la cavidad peritoneal.

La sangre se vierte en el fómix rectouterino (de Douglas) o en el uterovesical. La sangre puede ascender rápidamente a la cavidad peritoneal, dando lugar a dolor abdominal intenso, dolor a la palpación y defensa abdominal. La irritación del peritoneo subdiafragmático (inervado por los nervios frénicos C3-C5) puede provocar un dolor referido en la piel del hombro (a través de los nervios supraclaviculares C3 y C4).

Ligadura de trompas

La ligadura y sección de las trompas uterinas es un método anticonceptivo permanente. Los óvulos que salen de los folículos ováricos degeneran en la parte de la trompa distal a la obstrucción. Si, más tarde, la mujer desea tener hijos, puede intentarse la restauración de la continuidad de las trompas uterinas, y un 20% de las mujeres vuelven a ser fértiles.

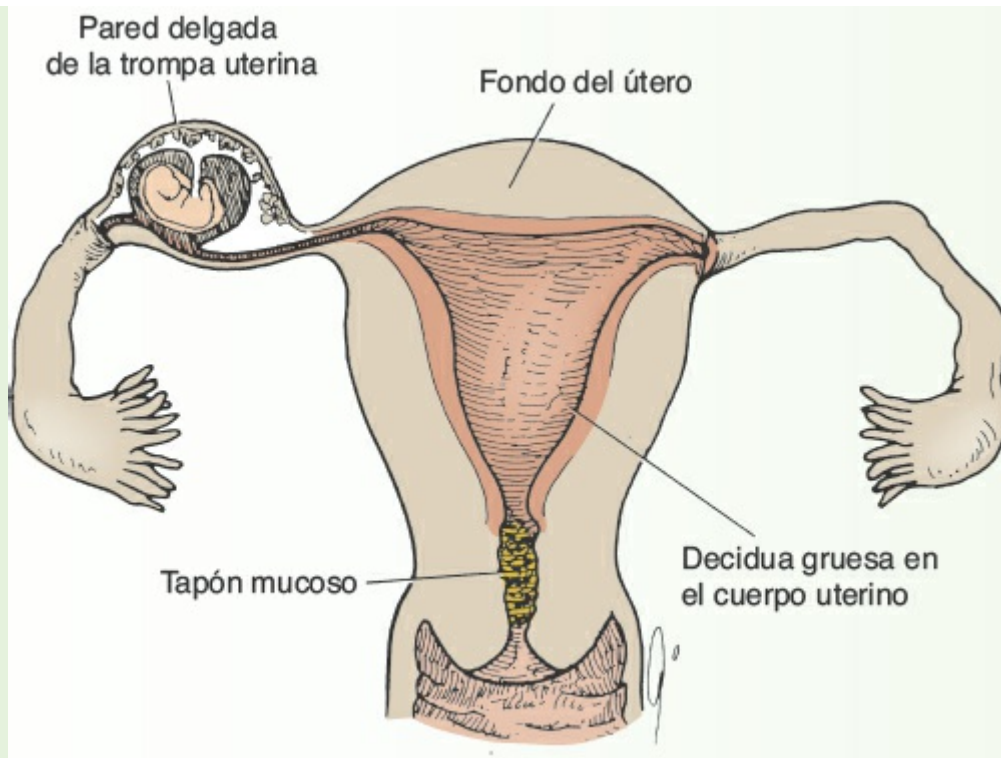


Figura 9-25 Embarazo ectópico ubicado en el sitio donde la ampolla de la trompa uterina se estrecha para unirse al istmo. Téngase en cuenta la delgada pared de la trompa en comparación con la gruesa decidua que reviste el cuerpo del útero.



Notas embriológicas

Desarrollo de las trompas uterinas

En las primeras fases del desarrollo, los **conductos paramesonéfricos** aparecen en la pared posterior del abdomen por fuera de los mesonefros. Las trompas uterinas de cada lado se forman a partir de las porciones craneales verticales y horizontales medias del conducto paramesonéfrico (fig. 9-26). La trompa se alarga y se enrolla; se produce la diferenciación del músculo y la mucosa; se desarrollan las **franjas**; y el **infundíbulo**, la **ampolla** y el **istmo** son identificables.

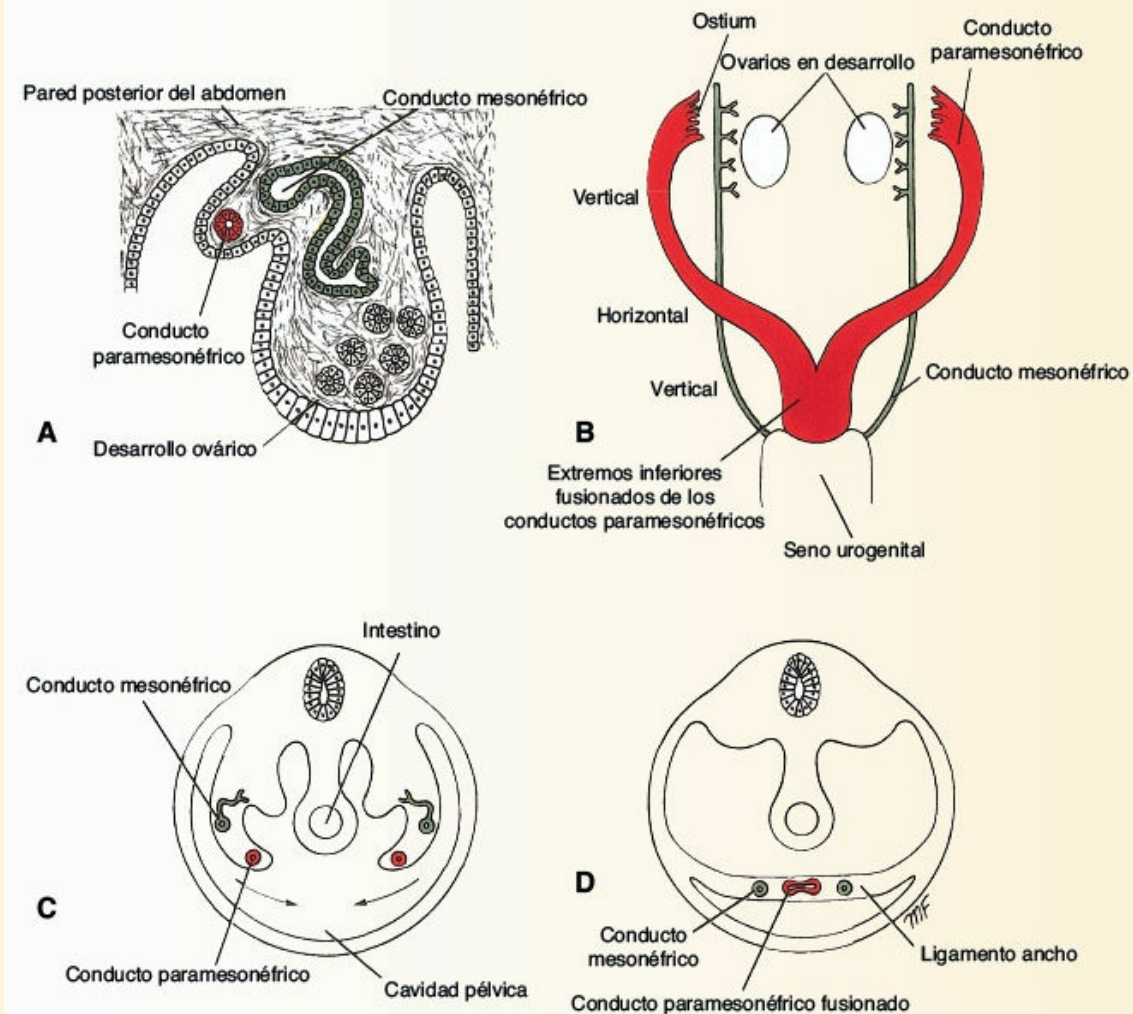


Figura 9-26 Relación de los conductos mesonéfricos y paramesonéfricos con el ovario en desarrollo. **A.** Sección transversal de un ovario en desarrollo. **B.** Vista anterior de los ovarios y los conductos. **C y D.** Conductos mesonéfricos y paramesonéfricos en una sección transversal de la pelvis. Obsérvese el ligamento ancho en desarrollo.

Útero

El útero es un órgano hueco en forma de pera con gruesas paredes musculares. En la mujer adulta nulípara, mide unos 8 cm de largo, 5 cm de ancho y 2,5 cm de grosor. Se divide en fondo, cuerpo y cuello uterino (véase [fig. 9-24A](#)).

El **fondo** es la parte del útero que yace superiormente a la entrada de las trompas uterinas.

El **cuerpo** es la parte del útero ubicada inferiormente a la entrada de las trompas uterinas.

El **cuello uterino** o **cérvix** es la parte más inferior y estrecha del útero. Perfora la pared anterior de la vagina y se divide en una porción **supravaginal** y otra **vaginal**.

La **cavidad del cuerpo del útero** es triangular en la sección coronal, pero el

plano sagital muestra una simple hendidura. La **cavidad del cuello uterino**, el **conducto cervical**, se comunica con la cavidad del cuerpo a través del **orificio anatómico interno** y con la de la vagina a través del **orificio externo (del útero)**. Antes del nacimiento del primer hijo, el orificio externo es circular. En una mujer que ha tenido uno o más hijos, la porción vaginal del cuello uterino es más grande y el orificio externo pasa a ser una hendidura transversa, de modo que tiene un labio anterior y uno posterior (véase [fig. 9-24B](#)).

El útero está recubierto de peritoneo, excepto anteriormente, por debajo del nivel del orificio anatómico interno, donde el peritoneo cruza hacia la vejiga (véase [fig. 9-5](#)). Lateralmente, existe un espacio entre las inserciones de las capas del ligamento ancho (véase [fig. 9-21B](#)).

La pared muscular, o **miometrio**, es gruesa y está formada por músculo liso sostenido por tejido conjuntivo.

El **endometrio** es la mucosa que reviste el cuerpo del útero. Se continúa superiormente con la mucosa que recubre las trompas uterinas e inferiormente con la que recubre el cuello uterino. El endometrio yace directamente sobre el músculo; no hay submucosa. El endometrio sufre muchos cambios durante el ciclo menstrual en respuesta a las hormonas ováricas.

La porción supravaginal del cuello uterino está rodeada de una fascia pélvica visceral, conocida como **parametrio**. Las arterias uterinas cruzan los uréteres en esta fascia a cada lado del cuello uterino (véase [fig. 9-21B](#)).

Relaciones

- **Anteriormente.** El cuerpo uterino se relaciona anteriormente con el **fórnix uterovesical** y la cara superior de la vejiga (véase [fig. 9-5](#)). La porción supravaginal del cuello uterino se relaciona con la cara superior de la vejiga, mientras que la porción vaginal del cuello uterino se relaciona con el fórnix anterior de la vagina.
- **Posteriormente.** El cuerpo del útero se relaciona posteriormente con el **fórnix rectouterino** (de Douglas) y con las asas del íleon o el colon sigmoide (véase [fig. 9-5](#)).
- **Lateralmente.** El cuerpo uterino se relaciona lateralmente con el ligamento ancho y la arteria y vena uterinas (véase [fig. 9-21](#)). La porción supravaginal del cuello uterino se relaciona con el uréter a medida que discurre anteriormente para entrar en la vejiga, y la porción vaginal del cuello uterino se relaciona con el fórnix lateral de la vagina. Las trompas uterinas entran en los ángulos superolaterales del útero, y los ligamentos redondos del ovario y del útero se insertan en la pared del útero inmediatamente inferior a este nivel.

Posiciones uterinas

En la mayoría de las mujeres, el eje longitudinal del útero está inclinado anteriormente en un ángulo de 90° con respecto al eje longitudinal de la vagina. Esta posición se conoce como **anteversión uterina** (véase [fig. 9-24C](#)). Además, el eje longitudinal del cuerpo del útero se inclina anteriormente a nivel del

orificio anatómico interno con el eje longitudinal del cuello uterino. Esta posición se conoce como **anteflexión uterina** (véase [fig. 9-24D](#)). Así, en la posición erecta y con la vejiga vacía, el útero se localiza en un plano casi horizontal.

En algunas mujeres, el fondo y el cuerpo del útero están doblados posteriormente sobre la vagina de manera que yacen en el fórnix rectouterino (de Douglas). En esta situación, se dice que el útero está en **retroversión**. Si el cuerpo del útero está, además, doblado posteriormente sobre el cuello uterino, se dice que está en **retroflexión**.

Función

El útero sirve como un sitio para la recepción, el mantenimiento y la nutrición del óvulo fertilizado.

Vascularización

La vascularización arterial del útero proviene sobre todo de las **arterias uterinas**, ramas de las ilíacas internas. Alcanzan el útero medialmente conforme discurren en la base del ligamento ancho (véase [fig. 9-21](#)). Cruzan por encima del uréter en ángulo recto y llegan al cuello uterino a nivel del orificio anatómico interno (véase [fig. 9-24A](#)). Luego ascienden a lo largo del borde lateral del útero dentro del ligamento ancho y terminan anastomosándose con las **arterias ováricas**, que también irrigan el útero. Las arterias uterinas emiten una pequeña rama descendente que irriga el cuello uterino y la vagina.

Las **venas uterinas** siguen a las arterias y drenan en las venas ilíacas internas.

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos del fondo del útero acompañan a las arterias ováricas y drenan en los **nódulos linfáticos paraaórticos** a nivel de la vértebra L1. Los vasos sanguíneos del cuerpo y el cuello uterino drenan en los **nódulos linfáticos ilíacos internos y externos**. Unos pocos vasos linfáticos siguen el ligamento redondo del útero en el conducto inguinal y drenan en los nódulos linfáticos inguinales superficiales.

Inervación

El útero es inervado por los nervios simpáticos y parasimpáticos de los ramos de los **plexos hipogástricos inferiores**.

Soportes uterinos

El útero está sostenido principalmente por el tono de los músculos elevadores del ano y por las condensaciones locales de la fascia pélvica, que forman tres ligamentos importantes.

Músculos elevadores del ano y cuerpo perineal

El origen y la inserción de los músculos elevadores del ano se describen en el [capítulo 8](#). Forman una amplia lámina muscular que se extiende por el suelo de la cavidad pélvica y, junto con la fascia pélvica en su cara superior, sostienen de manera eficaz las vísceras pélvicas y resisten la presión intraabdominal transmitida inferiormente a través de la pelvis. Los bordes mediales de las porciones anteriores de los músculos elevadores del ano se insertan en el cuello uterino a través de la fascia pélvica ([fig. 9-27](#)).

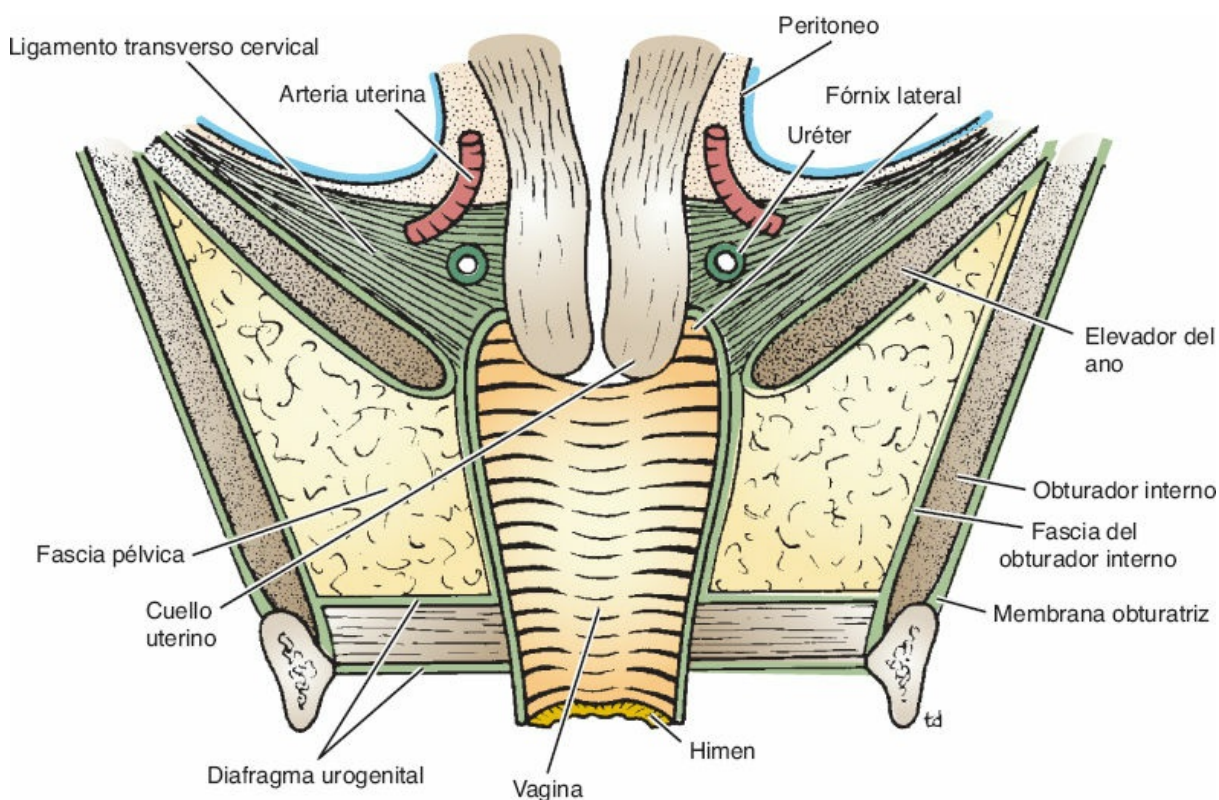


Figura 9-27 Sección coronal de la pelvis que muestra la relación de los músculos elevadores del ano y los ligamentos cervicales transversos con el útero y la vagina. Obsérvese que los ligamentos cervicales transversos se forman a partir de una condensación de la fascia pélvica visceral.

Algunas de las fibras del elevador del ano se insertan en una estructura fibromuscular denominada **cuerpo perineal** (véase [fig. 9-5](#)). Esta estructura es importante para mantener la integridad del suelo pélvico. Si esta estructura se daña durante el parto, puede producirse un prolapso de las vísceras pélvicas. El cuerpo perineal se localiza en el periné entre la vagina y el canal anal. Forma un cabestrillo entre las paredes pélvicas por medio de los elevadores y, por lo tanto, sostiene la vagina e, indirectamente, el útero.

Ligamentos fasciales

Las condensaciones subperitoneales de la fascia pélvica en la cara superior de los músculos elevadores del ano forman tres ligamentos: el transversal cervical (cardinal), el pubocervical y el uterosacro. Estos se insertan en el cuello uterino y las cúpulas vaginales y desempeñan un papel importante en el mantenimiento

del útero y del cuello uterino en su posición correcta (fig. 9-28; véase también fig. 9-27).

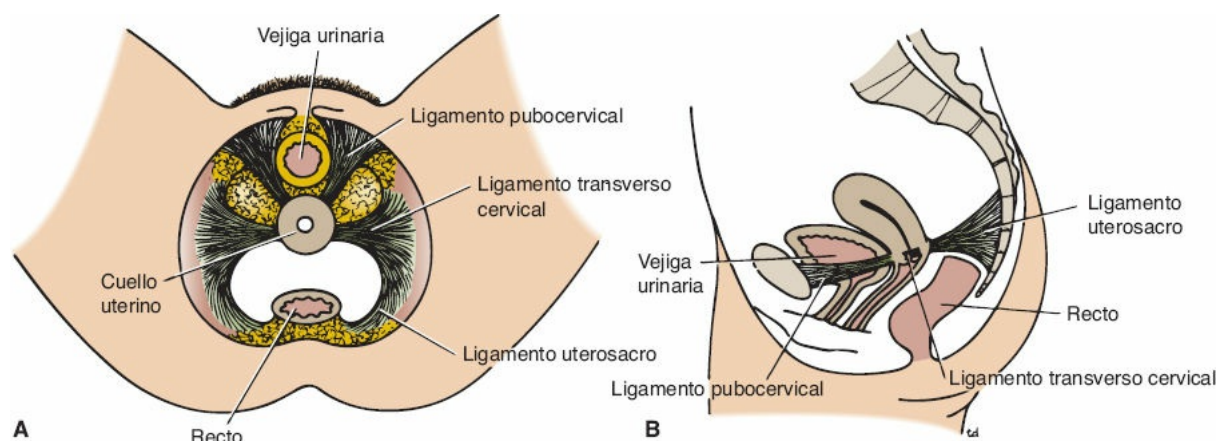


Figura 9-28 Soportes ligamentosos del útero. **A.** Vista inferior. **B.** Vista lateral. Estos ligamentos se forman a partir de la fascia pélvica visceral.

LIGAMENTOS TRANSVERSOS CERVICALES (CARDINALES)

Los ligamentos transversos cervicales son condensaciones fibromusculares de la fascia pélvica que se insertan en el cuello uterino y el extremo superior de la vagina desde las paredes laterales de la pelvis.

LIGAMENTOS PUBOCERVICALES

Los ligamentos pubocervicales son dos bandas firmes de tejido conjuntivo que se insertan en el cuello uterino desde la cara posterior del pubis. Se localizan a ambos lados del cuello de la vejiga, a la que proporcionan un sostén (**ligamentos pubovesicales**).

LIGAMENTOS UTEROSACROS

Los ligamentos uterosacos son dos bandas fibro musculares firmes de fascia pélvica que se insertan en el cuello uterino y el extremo superior de la vagina desde el extremo inferior del sacro. Forman dos crestas, una a cada lado del fórnix rectouterino.

Los ligamentos anchos y los redondos del útero son estructuras laxas, y el útero puede traccionarse bastante, tanto superior como inferiormente antes de que se tensen. Clínicamente, se considera que desempeñan un papel menor en el sostén del útero.

El ligamento redondo del útero, que representa los vestigios de la mitad inferior del gubernáculo, se extiende entre el ángulo superolateral del útero, a través del anillo inguinal profundo y el conducto inguinal, hasta el tejido subcutáneo de los labios mayores (véase fig. 9-11). Puede ayudar a sostener el útero en la posición normal de anteversión y anteflexión (inclinados hacia adelante), pero se estira considerablemente durante el embarazo.

Útero antes de la pubertad

El fondo y el cuerpo del útero son pequeños hasta la pubertad, cuando aumentan considerablemente en respuesta a los estrógenos secretados por los ovarios.

Útero después de la menopausia

Después de la menopausia, el útero se atrofia y se vuelve más pequeño y menos vascularizado que antes. Estos cambios se presentan porque los ovarios ya no producen estrógenos ni progesterona.

Útero grávido

Durante el embarazo, el útero aumenta considerablemente de tamaño como resultado del aumento de la producción de estrógenos y progesterona, primero por el cuerpo lúteo del ovario y después por la placenta. Al principio, permanece como un órgano pélvico, pero para el tercer mes, el fondo sale de la pelvis y, en el noveno mes, alcanza el proceso xifoides (véase [fig. 8-23B](#)). El aumento de tamaño es en gran parte resultado de la hipertrofia de las fibras musculares lisas del miometrio, aunque se produce cierta hiperplasia.

Papel del útero en el trabajo de parto

El **trabajo de parto** y el **parto** son la serie de procesos por los cuales el bebé, las membranas fetales y la placenta son expulsados de las vías genitales de la madre. Por lo general, este proceso ocurre al final del décimo mes lunar, momento en que se dice que el embarazo es **de término**.

La causa del inicio del trabajo de parto no se conoce del todo. Al final del embarazo, la contractilidad del útero se ha desarrollado completamente en respuesta a los estrógenos, y en este momento es especialmente sensible a las acciones de la oxitocina. Es posible que el inicio del trabajo de parto se desencadene por la retirada repentina de la progesterona. Una vez que la parte de presentación (en general, la cabeza fetal) comienza a estirar el cuello uterino, se inicia un mecanismo de reflejo nervioso y aumenta la fuerza de las contracciones del cuerpo uterino.

La actividad muscular uterina es en gran parte independiente de la inervación extrínseca. En las mujeres en trabajo de parto, la anestesia espinal no interfiere con las contracciones uterinas normales. Sin embargo, los trastornos emocionales graves pueden causar un parto prematuro.



Notas clínicas

Exploración pélvica uterina bimanual

La exploración bimanual puede proporcionar una gran cantidad de información clínica útil sobre el estado del útero, las trompas uterinas y los ovarios. La maniobra es más fácil en las mujeres embarazadas que son capaces de relajarse mientras se realiza la prueba. En pacientes en las que la maniobra les genera angustia, puede llevarse a cabo bajo anestesia. Con la vejiga vacía, primero se palpa la porción vaginal del cuello uterino con el dedo índice de la mano derecha. El orificio externo (del útero) es circular en las mujeres nulíparas, pero tiene labios anterior y posterior en las

múltiparas. Normalmente, el cuello uterino tiene la consistencia de la punta de la nariz, pero en el útero gestante, es suave y vascularizado, y tiene la consistencia de los labios. A continuación, la mano izquierda se coloca suavemente sobre la pared anterior del abdomen por encima de la sínfisis del pubis, y el fondo y el cuerpo del útero pueden palparse entre los dedos abdominales y vaginales localizados en el fórnix anterior. Pueden determinarse el tamaño, la forma y la movilidad del útero.

En la mayoría de las mujeres, el útero está en posición de anteversión y anteflexión. Un útero en las posiciones de retroversión y retroflexión puede palparse a través del fórnix posterior de la vagina.

Venas varicosas y hemorroides en el embarazo

Las venas varicosas y las hemorroides son alteraciones frecuentes en el embarazo. Es probable que los siguientes factores contribuyen a su causa: la presión del útero grávido sobre la vena cava inferior y la vena mesentérica inferior, lo que altera el retorno venoso y aumenta la cantidad de progesterona en la sangre, y conduce a la relajación del músculo liso en las paredes de las venas y dilatación venosa.

Cesárea de urgencia

La cesárea de urgencia rara vez es necesaria. Sin embargo, puede requerirse realizar esta cirugía en casos de posible muerte de la madre después de sufrir un incidente traumático grave. Después de la muerte materna, se interrumpe la circulación placentaria y el feto debe ser extraído dentro de los siguientes 10 minutos. La supervivencia neonatal es poco frecuente si han pasado más de 20 minutos.

Anatomía de la técnica

1. Se vacía la vejiga y se coloca una sonda permanente. Ello permite que la vejiga vacía se aleje del campo quirúrgico.
2. Se realiza una incisión en la línea media de la piel que se extiende desde inmediatamente por debajo del ombligo hasta inmediatamente por encima de la sínfisis del pubis. Después se inciden las siguientes estructuras: fascia superficial (capa adiposa y capa membranosa), fascia profunda (capa delgada), línea alba, fascia transversa, capa adiposa extraperitoneal y peritoneo parietal. Para evitar daños en las asas del intestino delgado o el omento mayor, que podría estar ubicado por debajo del peritoneo parietal, se eleva un pliegue de peritoneo entre dos hemostatos; a continuación se realiza una incisión entre estos.
3. Se identifica la vejiga y se realiza un corte en la base del fórnix uterovesical. La vejiga se separa de la parte inferior del cuerpo del útero y se presiona inferiormente hasta la pelvis.
4. Se palpa el útero para identificar la presentación del feto.
5. Se realiza una incisión transversal de unos 2,5 cm de largo en el segmento inferior expuesto del cuerpo del útero. Debe tenerse cuidado con no penetrar de golpe la pared del útero, pues podría lesionarse el feto.
6. Cuando se entra en la cavidad uterina, se abre la cavidad amniótica y brota el líquido amniótico. Entonces, la incisión uterina se agranda lo suficiente como para liberar la cabeza y el tronco del feto. Cuando es posible, se evitan las grandes ramas y tributarias de los vasos uterinos de la pared del miometrio. Se debe tener mucho cuidado de evitar las grandes arterias uterinas que discurren a lo largo del borde lateral del

útero.

7. Una vez que se extrae el feto, se sujeta el cordón umbilical y se corta.
8. El útero, contraído, hará que la placenta protruya a través de la incisión uterina. Luego se extraen la placenta y las membranas fetales.
9. La incisión uterina se cierra con una sutura continua de espesor total. El peritoneo sobre la vejiga y la parte inferior del cuerpo uterino se repara para restaurar la integridad del fórnix uterovesical. Finalmente, la incisión de la pared abdominal se cierra por planos.

Prolapso uterino

Los músculos elevadores del ano y los ligamentos fasciales subperitoneales son importantes para sostener el útero y para colocar el cuello uterino dentro de la cavidad pélvica. El daño a estas estructuras durante el parto o el tono muscular general deficiente del cuerpo pueden provocar un desplazamiento inferior del útero denominado **prolapso uterino**. Este trastorno ocurre con mayor frecuencia después de la menopausia, cuando la fascia pélvica visceral tiende a atrofiarse junto con los órganos pélvicos. En casos avanzados, el cuello uterino desciende a lo largo de la vagina y puede sobresalir a través del orificio.

Dado que el cuello uterino está adherido a las cúpulas vaginales, el prolapso del útero siempre está acompañado de cierto grado de prolapso vaginal.

Histerectomía y daño de los uréteres

Durante el procedimiento quirúrgico de la histerectomía, se debe tener mucho cuidado de no dañar los uréteres. Cuando el cirujano está buscando la arteria uterina a cada lado de la base del ligamento ancho, es esencial que primero identifique el uréter antes de sujetar y atar la arteria. La arteria uterina pasa anteriormente desde la arteria ilíaca interna y cruza el uréter en ángulos rectos para llegar al cuello uterino a nivel del orificio anatómico interno.



Notas embriológicas

Desarrollo uterino

El útero deriva de las partes verticales caudales fusionadas de los **conductos paramesonéfricos** (fig. 9-29). El sitio de su unión angular se convierte en una cúpula convexa y forma el **fondo del útero**. La fusión entre los conductos es incompleto inicialmente, con un tabique entre sus luces. Luego, dicho tabique desaparece, de modo que queda una sola **cavidad**. La parte superior de la cavidad forma la luz del **cuerpo** y el **cuello uterino**. El **miometrio** se constituye a partir del mesénquima circundante.

Agenesia uterina

Aunque en raras ocasiones, el útero está ausente como resultado de un fallo en el desarrollo de los conductos paramesonéfricos.

Útero infantil

Algunas mujeres adultas pueden tener un útero infantil, afección en la que el útero es mucho más pequeño de lo normal y se parece al observado antes de la pubertad. La paciente muestra amenorrea, pero la vagina y los ovarios pueden ser normales.

Fallo en la fusión del conducto paramesonéfrico

El fallo de la fusión de los conductos paramesonéfricos para fusionarse puede causar una variedad de defectos uterinos:

- El útero puede estar **duplicado**, con dos cuerpos y dos cuellos.
- Puede haber un tabique completo a través del útero, formando dos cavidades uterinas y dos cuellos.
- Puede haber dos cuerpos uterinos separados con un solo cuello uterino.
- Existe la posibilidad de que no se desarrolle un conducto paramesonéfrico, dejando una sola trompa uterina y la mitad del cuerpo del útero.

Clinicamente, los principales problemas que se producen con un doble útero se desencadenan con el embarazo. El aborto es frecuente, y la mitad no gestante del útero puede causar obstrucción durante el parto.

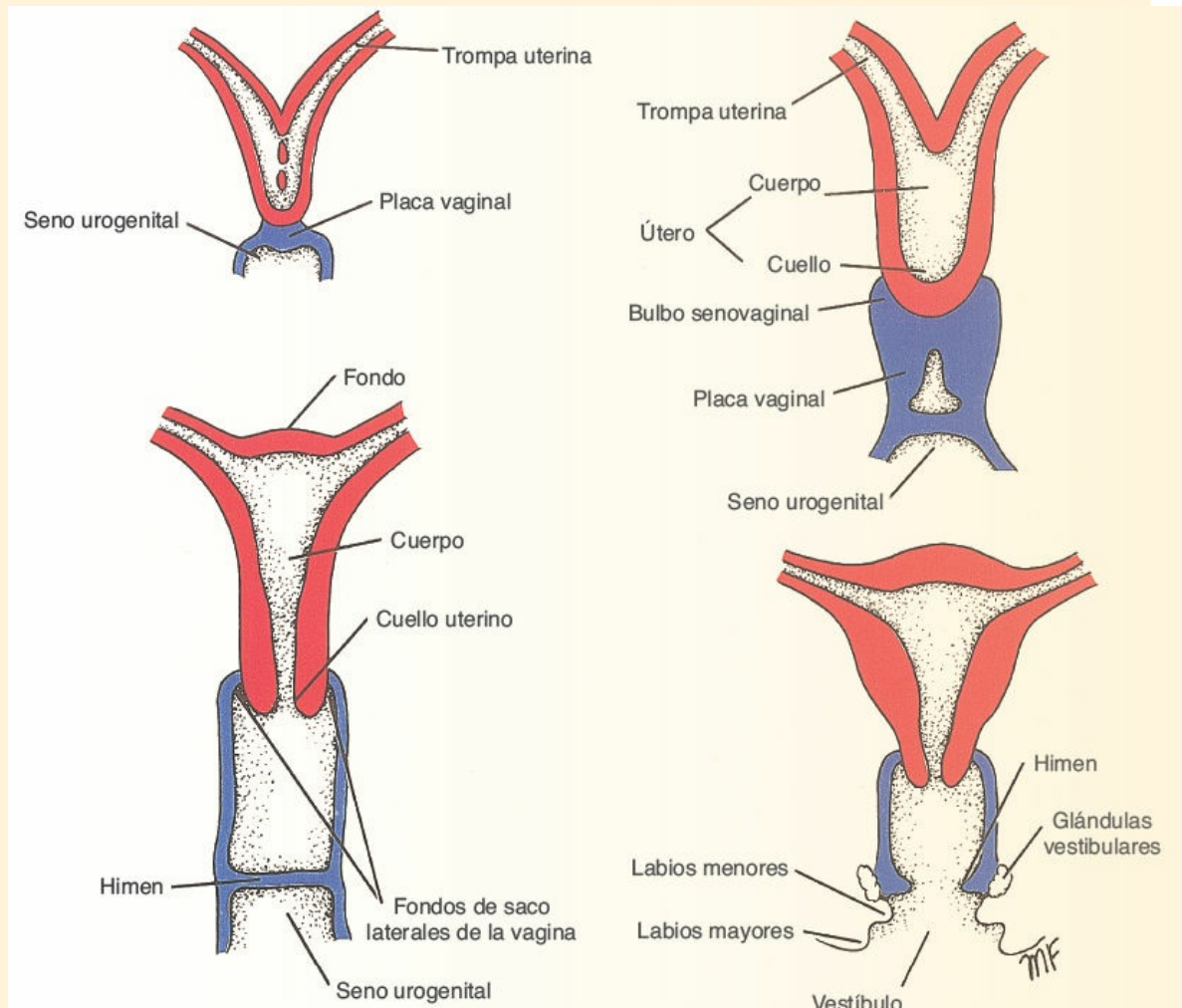


Figura 9-29 Formación de las trompas uterinas, el útero y la vagina.

Vagina

La vagina es un tubo muscular que se extiende posterosuperiormente desde la vulva hasta el útero (véase [fig. 9-5](#)). Mide unos 8 cm de largo y tiene dos **paredes**, **anterior** y **posterior**, que en general yacen en aposición. El cuello uterino perfora la pared anterosuperior de la vagina y se proyecta posteroinferiormente hacia la vagina superior. Cabe recordar que la mitad

superior de la vagina se halla sobre el suelo pélvico (en la cavidad pélvica), mientras que la mitad inferior se ubica dentro del periné (véanse [figs. 9-5 y 9-27](#)). El área de la luz vaginal que rodea el cuello uterino se divide en cuatro porciones en forma de arco o **fórnix**: anterior, posterior, lateral derecho y lateral izquierdo. El orificio vaginal en una mujer virgen presenta un pliegue mucoso fino llamado **himen**, que está perforado en su centro. Después del parto, solo pueden hallarse vestigios del himen.

Relaciones

- **Anteriormente.** La vagina está estrechamente relacionada con la vejiga superiormente y con la uretra inferiormente (véase [fig. 9-5](#)).
- **Posteriormente.** El tercio superior de la vagina se relaciona con el fórnix rectouterino (de Douglas). El tercio medio se relaciona con la ampolla del recto. El tercio inferior se relaciona con el cuerpo perineal, que lo separa del canal anal.
- **Lateralmente.** La parte superior de la vagina se relaciona con el uréter. La parte media se relaciona con las fibras anteriores (puborrectales) del elevador del ano, a medida que se desplazan posteriormente para alcanzar el cuerpo perineal y se adhieren alrededor de la unión anorrectal (véanse [figs. 9-21 y 9-27](#)). La contracción de las fibras del elevador del ano comprime las paredes de la vagina. La parte inferior de la vagina se relaciona con el diafragma urogenital y el bulbo del vestíbulo (véase [cap. 10](#)).

Función

La vagina no solo es el canal genital femenino, sino que también sirve como vía excretora para el flujo menstrual y forma parte del canal de parto.

Vascularización

Las **arterias vaginales**, que son ramas de las arterias ilíacas internas y las **ramas vaginales de las arterias uterinas**, irrigan la vagina.

Las venas vaginales forman un plexo alrededor de la vagina que drena en las venas ilíacas internas.

Drenaje linfático

El tercio superior de la vagina drena en los **nódulos linfáticos ilíacos** externos e internos, el tercio medio drena en los **nódulos linfáticos ilíacos internos**, y el tercio inferior lo hace en los **nódulos linfáticos inguinales superficiales**.

Inervación

La vagina está inervada por ramos de los **plexos hipogástricos inferiores**.

Sostén vaginal

Los músculos elevadores del ano y los ligamentos transversos cervicales, pubocervical y uterosacro sostienen la parte superior de la vagina. Estas estructuras se insertan en la pared vaginal por la fascia pélvica (véanse [figs. 9-27](#) y [9-28](#)).



Notas clínicas

Exploración vaginal

Las relaciones anatómicas de la vagina son de gran relevancia clínica. Muchas alteraciones patológicas que ocurren en la pelvis femenina pueden diagnosticarse a través de una simple exploración vaginal.

Las siguientes estructuras pueden palparse a través de las paredes vaginales de superior a inferior:

- **Anteriormente.** La vejiga y la uretra.
- **Posteriormente.** Las asas de íleon y el colon sigmoide en el fórnix peritoneal rectouterino (de Douglas), la ampolla del recto y el cuerpo perineal.
- **Lateralmente.** Los uréteres, fascia pélvica y fibras anteriores de los músculos elevadores del ano y el diafragma urogenital.

Prolapso vaginal

La cúpula vaginal se sostiene gracias a la acción de las mismas estructuras musculares y fasciales que sostienen el cuello uterino. Por lo tanto, el prolapso del útero está necesariamente asociado con un cierto grado de descenso de las paredes vaginales. Sin embargo, si los soportes de la vejiga, la uretra o la pared anterior del recto se dañan durante el parto, se produce un prolapso de las paredes vaginales, y el útero permanece en su posición correcta.

El descenso de la vejiga origina un abultamiento de la pared anterior de la vagina, trastorno conocido como **cistocele**. Cuando la ampolla del recto desciende por la pared posterior de la vagina, la protuberancia se conoce como **rectocele**.

Culdocentesis

La proximidad de la cavidad peritoneal con el fórnix posterior de la vagina permite al médico drenar un absceso pélvico a través de la vagina sin llevar a cabo una cirugía mayor. También puede detectarse la presencia de la sangre o pus en la cavidad peritoneal introduciendo una aguja a través del fórnix posterior.

Estructuras anatómicas por las que pasa la aguja

La aguja pasa a través de la mucosa vaginal, la capa muscular de la vagina, la capa de tejido conjuntivo de la vagina, la capa visceral de la fascia pélvica y la capa visceral de peritoneo.

Características anatómicas de las complicaciones

La aguja podría perforar las asas del íleon y el colon sigmoide, estructuras que por lo general están presentes dentro del fórnix rectouterino. Sin embargo, la presencia de sangre o pus dentro del fórnix tiende a desviar las vísceras superiormente. Además, en algunas ocasiones, cuando el útero está en una ligera posición de retroflexión, la aguja puede entrar en la pared posterior del cuerpo del útero.

Traumatismos vaginales

Las lesiones derivadas de relaciones sexuales, las lesiones debidas a caídas en horcajadas y las perforaciones vaginales provocadas por objetos extraños o por el agua sometida a presión, como en

el esquí acuático, son lesiones frecuentes. Las laceraciones de la pared vaginal que afectan el fórnix posterior, asimismo, pueden romper el fórnix rectouterino de la cavidad peritoneal y producir prolapso del intestino delgado hacia la vagina.



Notas embriológicas

Desarrollo vaginal

La vagina se desarrolla a partir de la pared del **seno urogenital** (véase [fig. 9-29](#)). Los extremos inferiores fusionados de los conductos paramesonéfricos forman el cuerpo y el cuello uterino; una vez que el extremo sólido de los conductos fusionados alcanza la pared posterior del seno urogenital, se producen dos crecimientos desde el seno, denominados **bulbos sinovaginales**. Las células de los bulbos sinovaginales proliferan rápidamente y forman la **placa vaginal**. La placa vaginal se engrosa, se alarga y se extiende alrededor del extremo sólido de los conductos paramesonéfricos fusionados. Posteriormente, la placa se canaliza completamente y forma los **fondos de saco vaginales**.

Agenesia vaginal

Si los conductos paramesonéfricos no se desarrollan, la pared del seno urogenital no formará la placa vaginal. En estos pacientes, hay ausencia de vagina, útero y trompas uterinas. Puede intentarse la reconstrucción quirúrgica plástica de la vagina.

Vagina doble

La vagina doble se debe a la canalización incompleta de la placa vaginal.

Vagina imperforada e himen imperforado

La vagina imperforada es un fallo de las células para degenerar en el centro de las placas vaginales. El himen imperforado se debe al fallo en la degeneración de las células de la parte inferior de la placa vaginal y la pared del seno urogenital. Estas alteraciones conducen a la retención y acumulación del flujo menstrual, una afección clínica llamada **hematocolpos**. La incisión quirúrgica de la obstrucción, seguida de dilatación, mejora el problema.

El diafragma urogenital sostiene la parte media de la vagina (véase [cap. 10](#)).

El cuerpo perineal sostiene la parte inferior de la vagina, especialmente la pared posterior (véase [fig. 9-5](#)).

Fascia pélvica visceral

La fascia pélvica visceral es una capa de tejido conjuntivo que, como en el hombre, cubre y sostiene las vísceras pélvicas. Se condensa en áreas específicas para formar los ligamentos pubocervicales, transversos cervical y uterosacro del útero (véase [fig. 9-28](#)).

Peritoneo

En la mujer, como en el hombre, el peritoneo se comprende mejor si se traza alrededor de la pelvis en un plano sagital (véase [fig. 9-5](#)).

El peritoneo parietal pasa inferiormente de la pared anterior del abdomen a la

cara superior de la vejiga urinaria. Luego regresa a la cara anterior del útero, a nivel del orificio anatómico interno. Esta reflexión crea el **fórnix uterovesical** superficial entre la pared superior de la vejiga y la pared anterior del útero. A continuación, el peritoneo discurre superiormente sobre la cara anterior del cuerpo y el fondo del útero y después inferiormente sobre la cara posterior. Continúa inferiormente y cubre la parte superior de la cara posterior de la vagina y después pasa a la cara frontal del recto, como en el hombre. El contorno de la reflexión peritoneal desde la vagina hasta el recto crea un receso profundo, el **fórnix rectouterino** (de Douglas). En la mujer, el fórnix rectouterino es la parte más inferior de la cavidad peritoneal abdominopélvica en posición erecta.



Notas clínicas

Fascia pélvica visceral e infecciones

Clínicamente, la fascia pélvica en la región del cuello uterino a menudo se conoce como **parametrio**. Es un sitio habitual de propagación de infecciones agudas del útero y la vagina, y aquí la infección a menudo se cronifica (enfermedad pélvica inflamatoria).

Ligamentos anchos

Los ligamentos anchos son pliegues de dos capas de peritoneo que se extienden a través de la cavidad pélvica desde los bordes laterales del útero hasta las paredes laterales de la pelvis, cubriendo el cuerpo y el fondo del útero, las trompas uterinas y los ovarios (véase [fig. 9-21A](#)). Superiormente, las dos capas son continuas y forman el **borde superior libre**. Inferiormente, en la base del ligamento, las capas se separan para cubrir el suelo pélvico (véase [fig. 9-21B](#)). El tejido conjuntivo que llena el espacio entre las capas separadas del ligamento ancho se llama **parametrio**. La porción del ligamento ancho que se adhiere a los bordes laterales del útero se denomina **mesometrio**. El ovario se inserta en la capa posterior del ligamento ancho a través del **mesoovario**. La porción del ligamento ancho que se localiza por fuera de la unión del mesoovario forma el **ligamento suspensorio del ovario**. La porción del ligamento ancho que se adhiere a las trompas uterinas y discurre entre la trompa y el mesoovario es el **mesosálpinx**.

La **arteria uterina** cruza el **uréter** en la base del ligamento ancho (véanse [figs. 9-21](#) y [9-27](#)). Esta relación es relevante en cuanto a la cirugía en esta área. La clave para recordar esta relación es la siguiente: “el agua (uréter) discurre por debajo del puente (arteria)”.

Cada ligamento ancho contiene:

- La **trompa uterina** en su borde superior libre.
- El **ligamento redondo del ovario** y el **ligamento redondo del útero**. Estos representan los vestigios del **gubernáculo**.
- Los vasos sanguíneos uterinos y ováricos, los vasos linfáticos y los nervios.

- El **epoóforo**, que constituye una estructura vestigial que se localiza en el ligamento ancho superior a la unión del mesoovario. Representa los vestigios de los mesonefros (véase [fig. 9-21A](#)).
- El **paroóforo**, también una estructura vestigial que se localiza en el ligamento ancho justo lateral al útero. También es un vestigio mesonéfrico (véase [fig. 9-21A](#)).



Notas clínicas

Fórnix rectouterino y sus enfermedades

Dado que el fórnix rectouterino es la parte más inferior de toda la cavidad peritoneal (cuando el paciente está en posición erecta), con frecuencia es sitio de la acumulación de sangre (p. ej., un embarazo ectópico roto) o pus (p. ej., una rotura en caso de apendicitis pélvica o una peritonitis gonocócica).

Debido a que el fórnix rectouterino se localiza directamente por detrás del fórnix posterior de la vagina, puede perforarse fácilmente si se utilizan los instrumentos equivocados. La peritonitis pélvica también es una posibilidad.

Puede introducirse una aguja en el fórnix rectouterino a través del fórnix de la vagina por medio de un procedimiento conocido como **culdocentesis**. Quirúrgicamente, es posible acceder al mismo mediante una **colpotomía posterior** (incisión vaginal).

El interior de la cavidad peritoneal pélvica femenina puede observarse, con el uso de un endoscopio, para detectar signos de enfermedad. El instrumento se introduce a través de una pequeña colpotomía.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

La naturaleza diversa de los contenidos pélvicos (que van desde estructuras duras hasta diversos grados de estructuras blandas) y el denso empaquetado de las estructuras en el pequeño espacio de la cavidad pélvica hacen que las imágenes médicas sean una herramienta fundamental para evaluar esta área. Las radiografías simples, la tomografía computarizada, la resonancia magnética y la ecografía brindan una perspectiva única.

Pelvis ósea

La vista anteroposterior (AP) de rutina de la pelvis se obtiene con el paciente en supino y con el casete bajo la mesa. Se obtiene una vista algo distorsionada de la parte inferior del sacro y el cóccix, que pueden estar parcialmente ocultos por la sínfisis del pubis. Puede obtenerse una mejor vista del sacro y el cóccix inclinando ligeramente el tubo de rayos X.



Figura 9-30 Radiografía anteroposterior de la pelvis masculina.

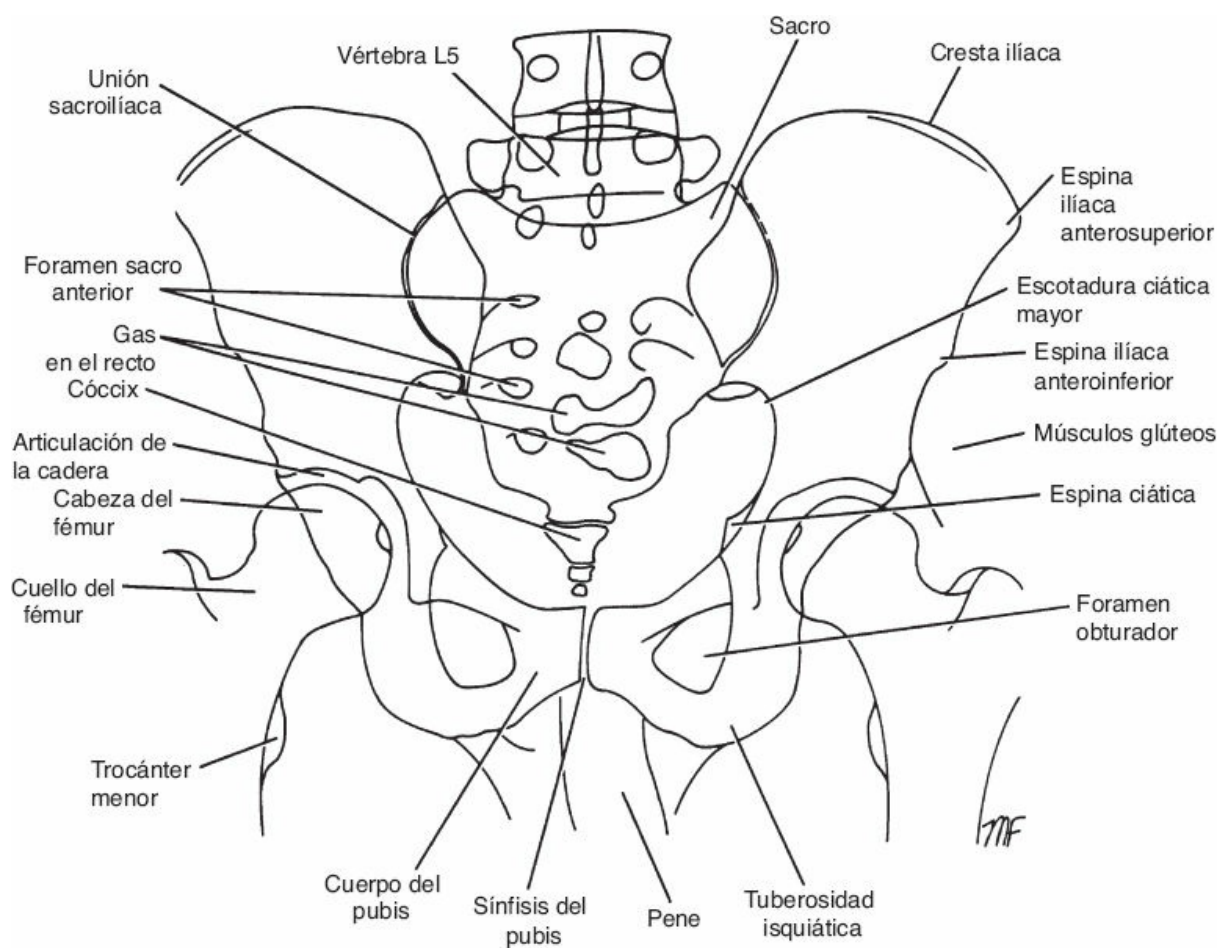


Figura 9-31 Representación de la radiografía de la pelvis en la [figura 9-30](#).

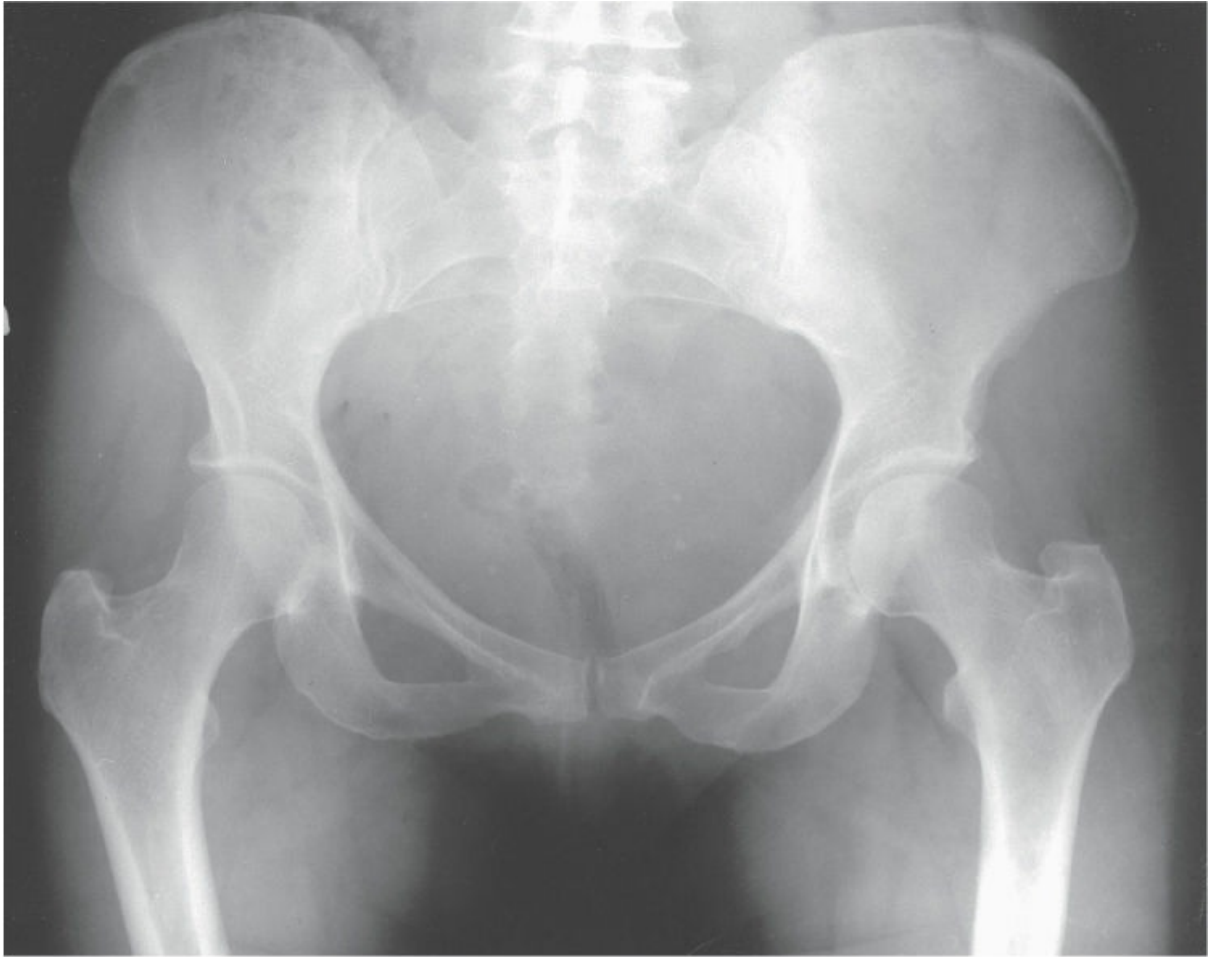


Figura 9-32 Radiografía anteroposterior de la pelvis femenina adulta.

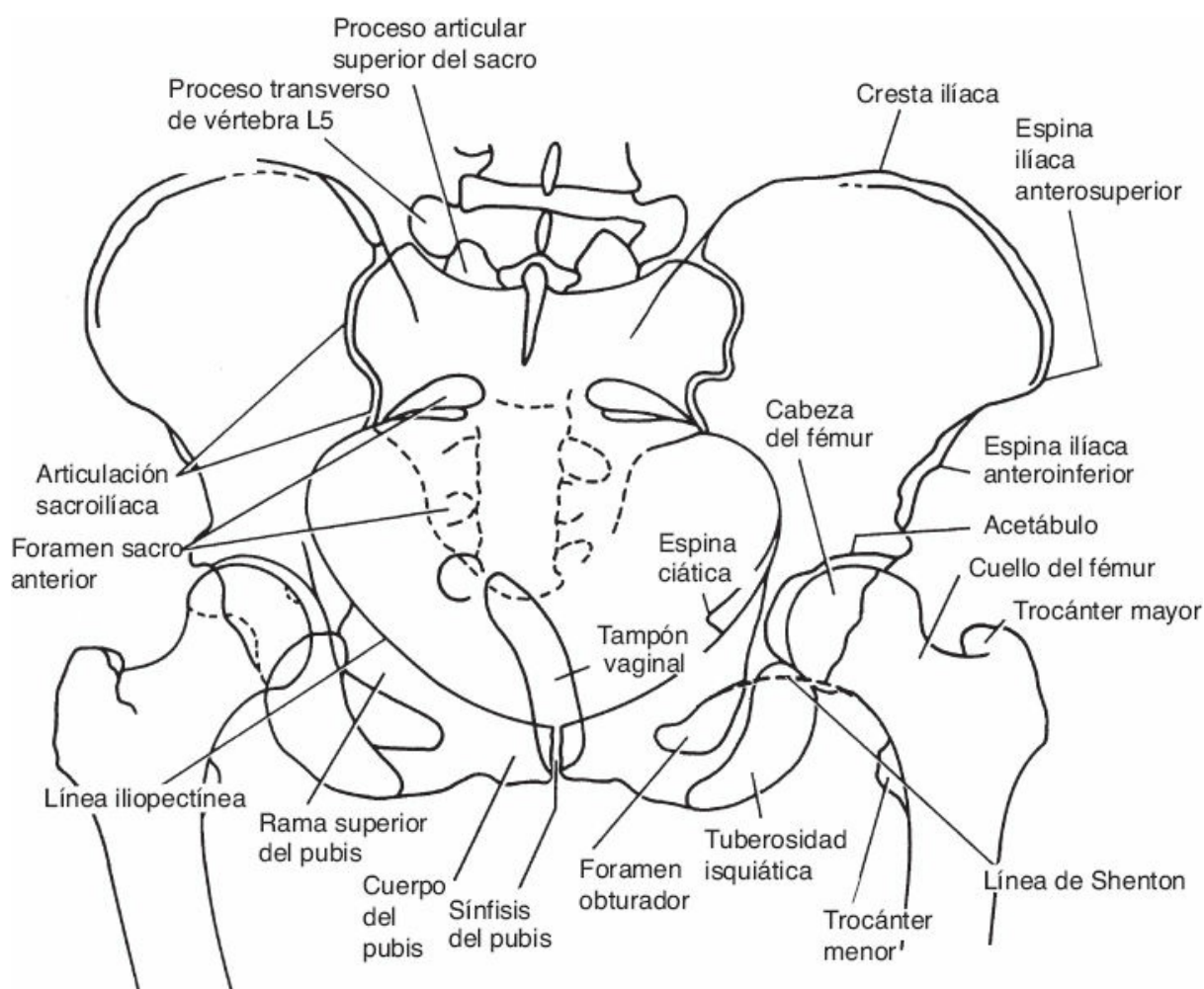


Figura 9-33 Representación de la radiografía de la pelvis en la figura 9-32.

La radiografía AP debe ser examinada sistemáticamente (figs. 9-30 a 9-33). Pueden observarse primero las vértebras lumbares inferiores, el sacro y el cóccix, seguidos de las articulaciones sacroilíacas, las diferentes porciones de los huesos de la cadera y, finalmente, las articulaciones de la cadera y los extremos superiores de los fémures. El gas y la materia fecal del intestino grueso son visibles, así como sombras de los tejidos blandos, como la piel y el tejidos subcutáneo. Para observar con mayor claridad las articulaciones sacras y sacroilíacas, a menudo se toman vistas laterales y oblicuas de la pelvis.

Tubo digestivo

El colon pélvico y el recto pueden observarse eficazmente mediante un enema opaco o de bario (es decir, a través de la administración lenta de 1 L de emulsión de sulfato de bario a través del ano). Las apariencias del colon pélvico son similares a las que se observan en las partes más proximales del colon, pero un colon sigmoide distendido por lo general no muestra saculaciones similares a haustras. El recto tiene un calibre mayor que el colon.

Un enema con contraste a veces puede ser útil para examinar la mucosa del colon sigmoide. El enema con bario se evacúa parcialmente y se inyecta aire en

el colon. Así, pueden delinearse las paredes del colon (véase [fig. 7-87](#)).

Anatomía transversal

Obsérvense las secciones transversales etiquetadas de la pelvis que se muestran en las [figuras 9-34](#) y [9-35](#) para ayudar en la interpretación de las tomografías computarizadas (TC) de la pelvis ([fig. 9-36](#)). Las secciones han sido fotografiadas en sus caras inferiores.

Vías genitales femeninas

La instilación de soluciones viscosas de yodo a través del orificio externo del útero permite la visualización de la luz del conducto cervical, la cavidad uterina y las diferentes partes de las trompas uterinas ([fig. 9-37](#)). Este procedimiento se conoce como *histerosalpingografía*. La permeabilidad de estas estructuras se constata cuando parte del medio opaco entra en la cavidad peritoneal.

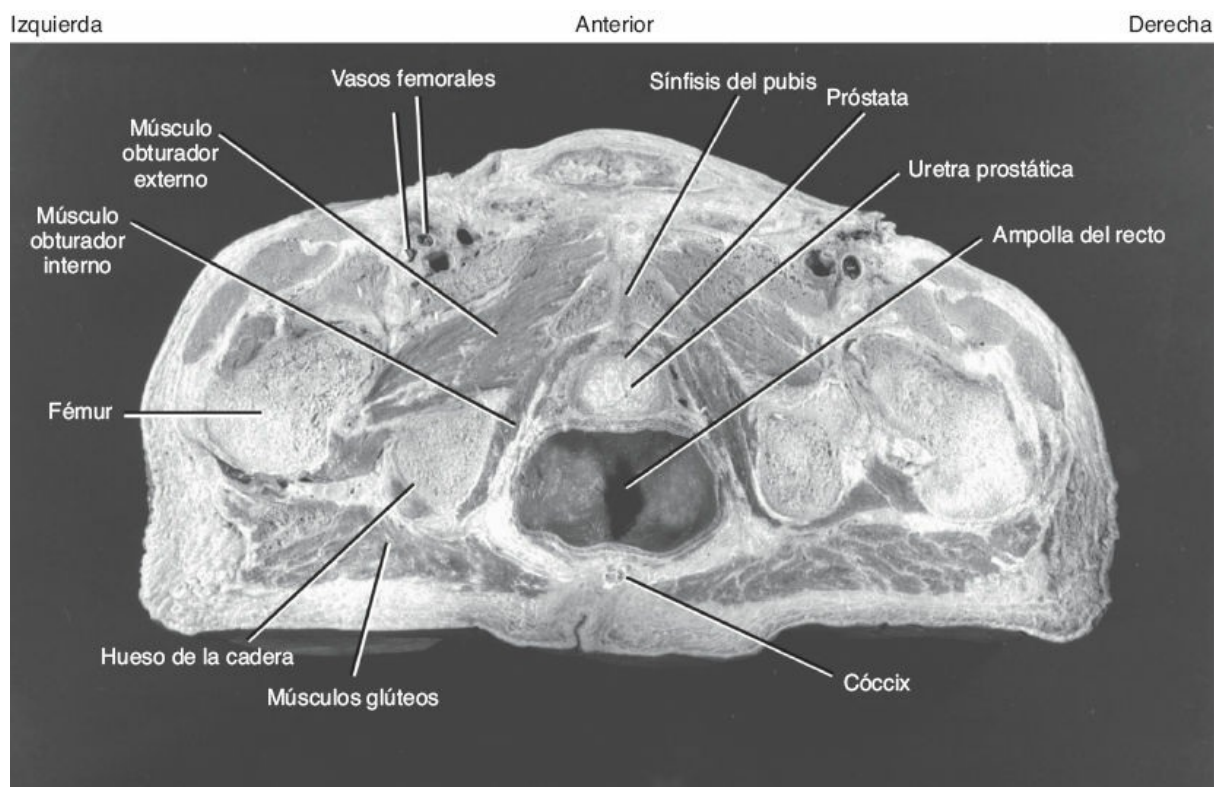


Figura 9-34 Vista superior de una sección transversal de la pelvis masculina.

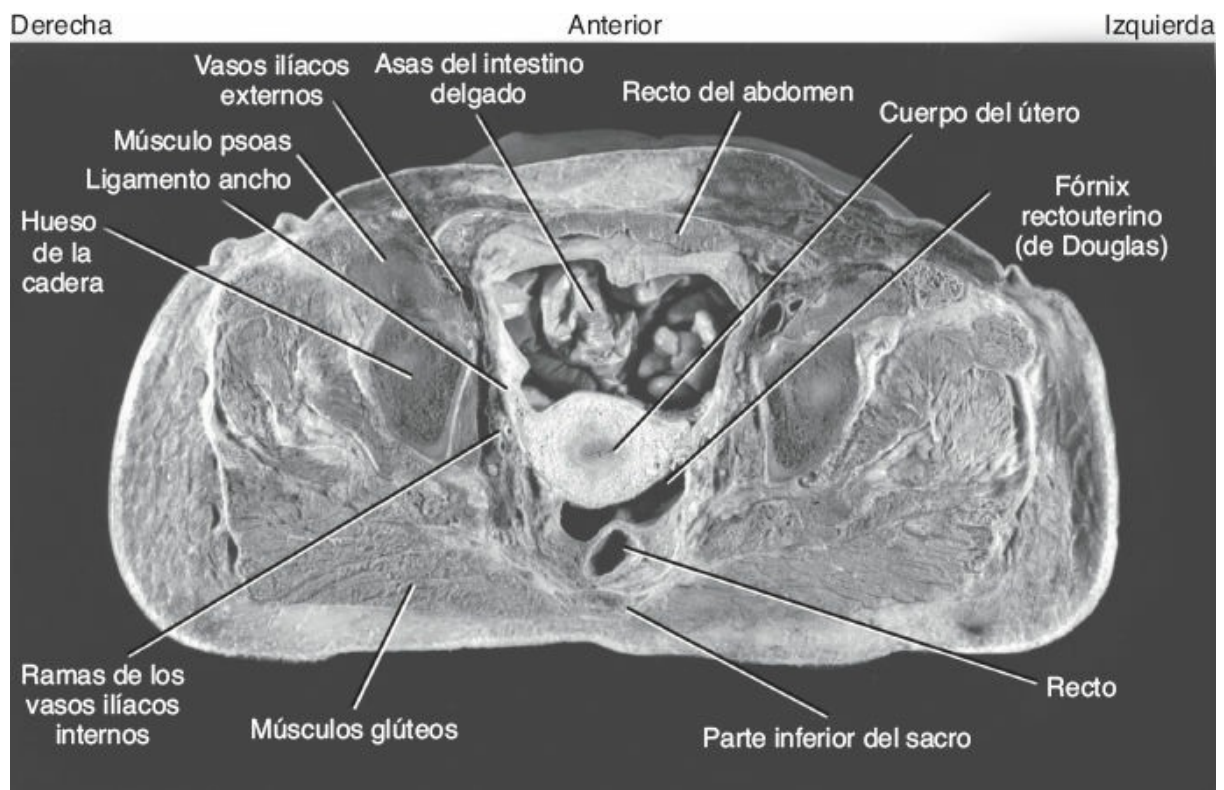


Figura 9-35 Vista inferior de una sección transversal de la pelvis femenina.

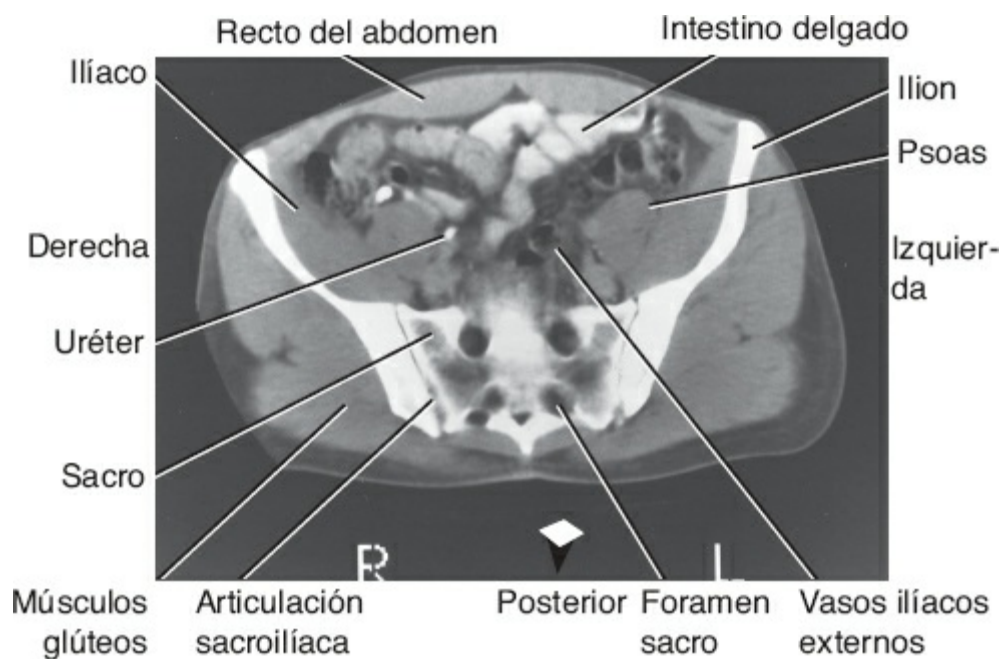


Figura 9-36 Tomografía computarizada de la pelvis después de una prueba de tránsito baritado y una pielografía intravenosa. Obsérvese la presencia de material radioopaco en el intestino delgado y el uréter derecho. La sección se ve desde la cara inferior.

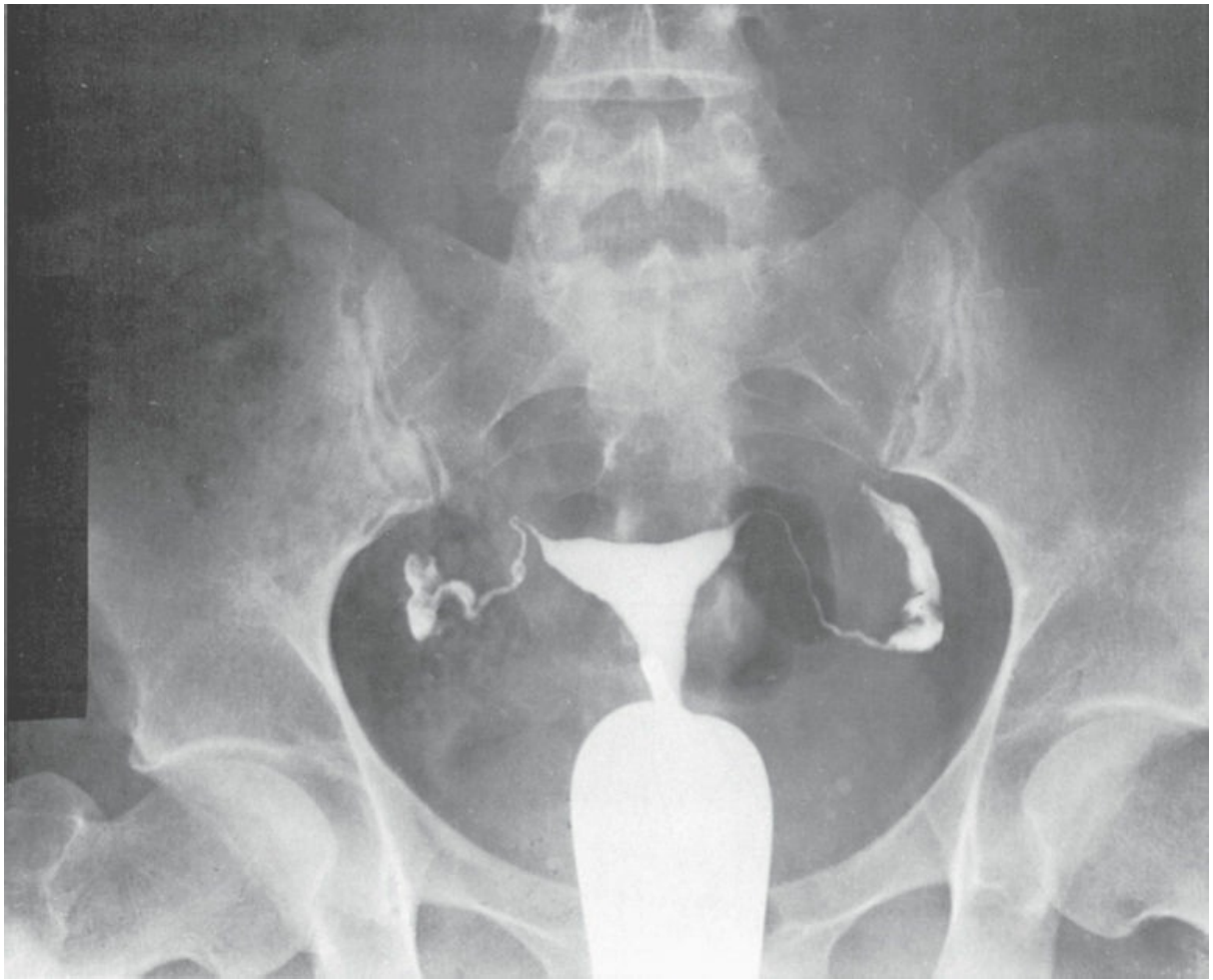


Figura 9-37 Radiografía anteroposterior de la pelvis femenina después de la inyección de un medio radioopaco en la cavidad uterina (histerosalpingografía).

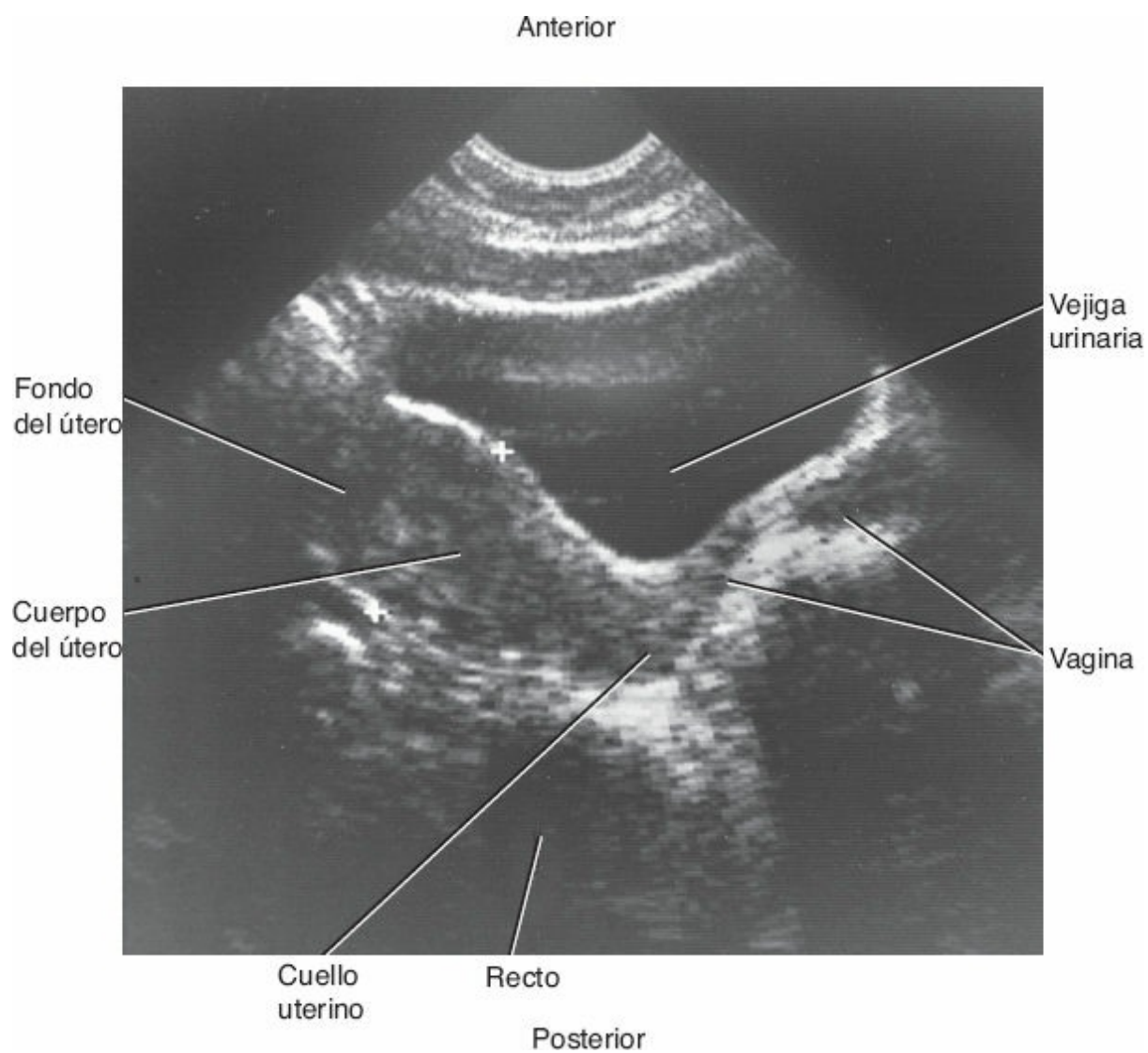


Figura 9-38 Ecografía longitudinal de la pelvis femenina que muestra el útero, la vagina y la vejiga (cortesía de: M.C. Hill).

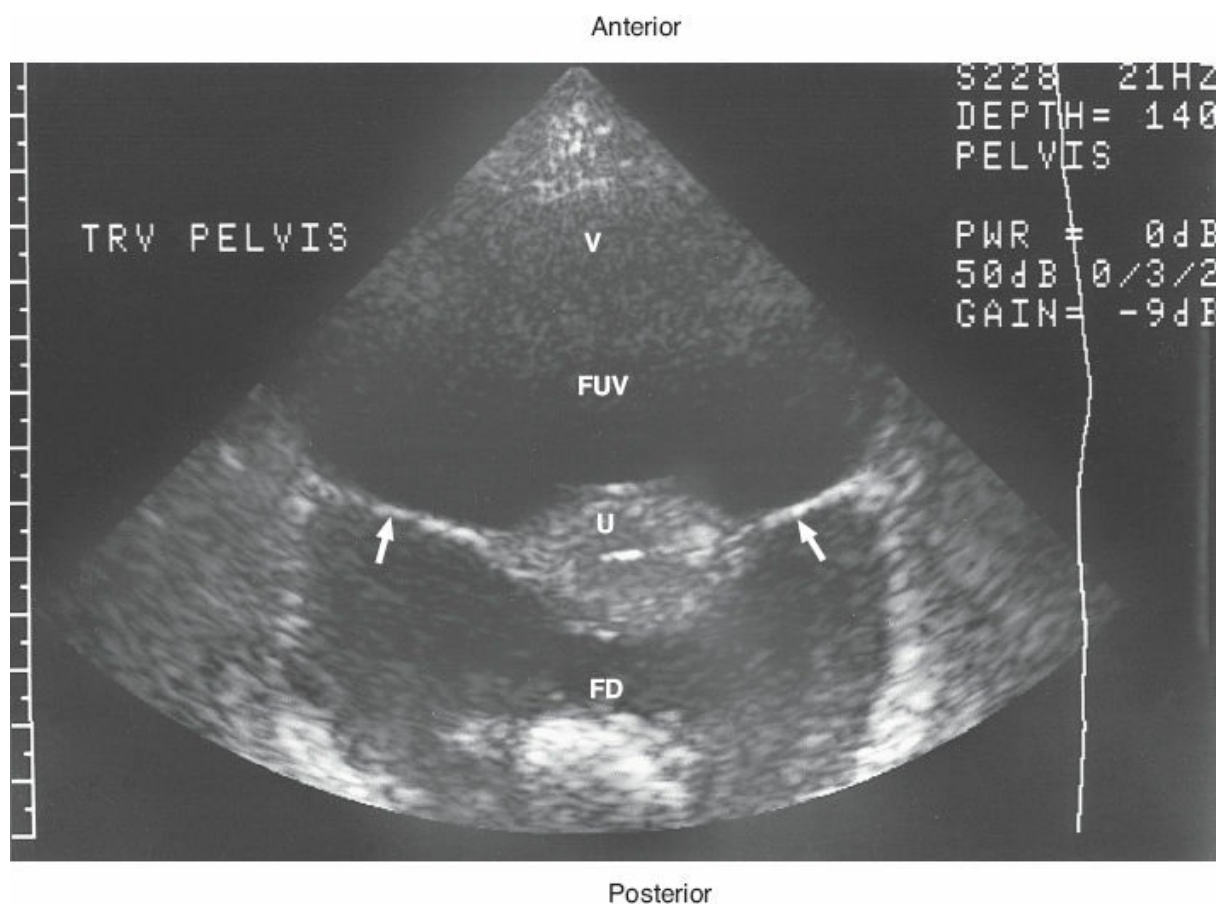


Figura 9-39 Ecografía transversal de la pelvis en una mujer después de un accidente automovilístico, en el que el hígado fue lacerado y la sangre se filtró a la cavidad peritoneal. Se identifican la vejiga (V), el cuerpo del útero (U) y los ligamentos anchos (*flechas blancas*). Obsérvese la presencia de sangre (*áreas oscuras*) en el fórnix uterovesical (FUV) y el fórnix de Douglas (rectouterino; FD) (cortesía de: L. Scoutt).

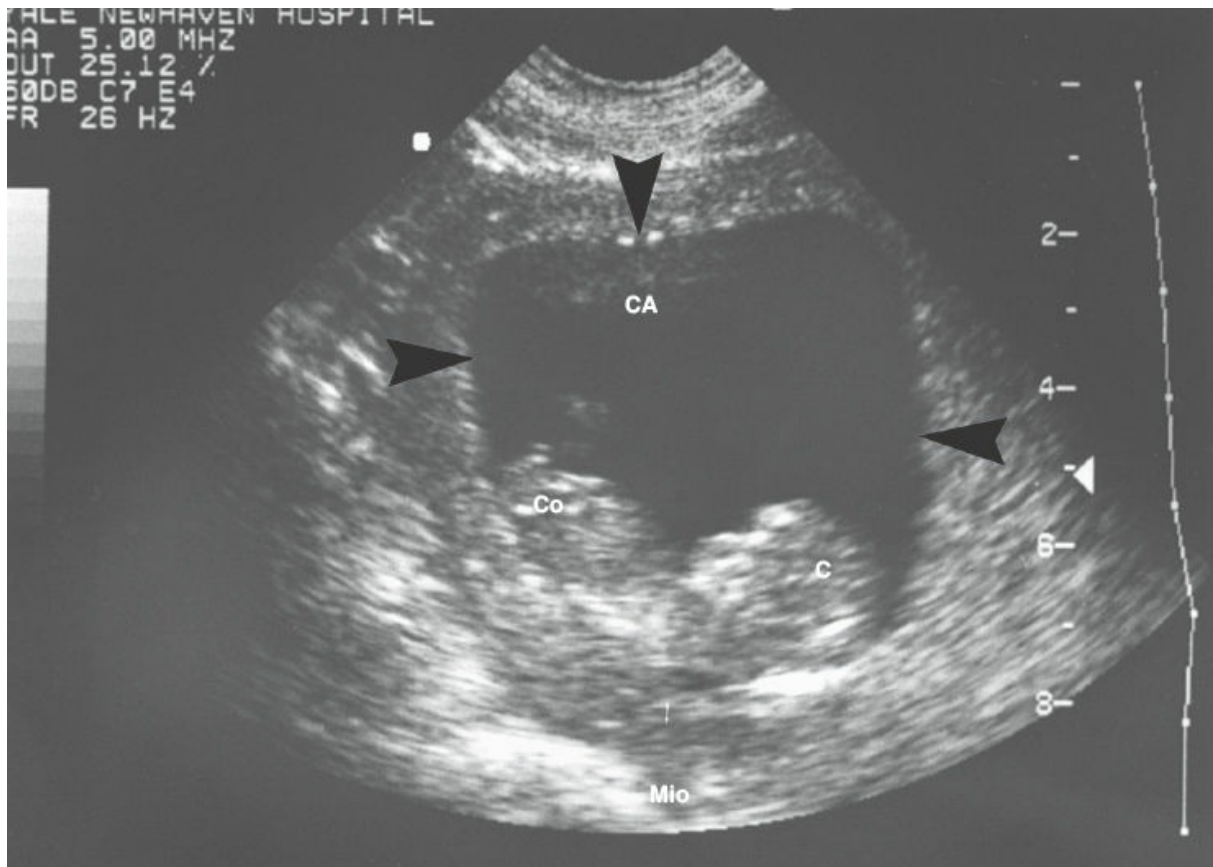


Figura 9-40 Ecografía longitudinal de un útero gestante a las 11 semanas que muestra el saco gestacional intrauterino (*puntas de flecha negras*) y la cavidad amniótica (CA) llena de líquido amniótico. El feto se ve en sección longitudinal (sagital) con la cabeza (C) y el cóccix (Co) bien delimitados. Se identifica el miometrio (Mio) (cortesía de: L. Scoutt).

Puede realizarse una ecografía de la pelvis femenina con el fin de observar los órganos pélvicos y el feto en desarrollo (figs. 9-38 a 9-40).

Conceptos clave

Cavidad pélvica

- La cavidad pélvica es el área entre la entrada y la salida de la pelvis. El diafragma pélvico la subdivide en la cavidad pélvica principal superiormente y el periné inferiormente (fig. 9-1).
- El colon sigmoide, el recto y las asas terminales del íleon ocupan la porción posterior de la cavidad pélvica en ambos sexos. Los órganos urogenitales llenan el área más anterior.

Tubo digestivo

- El colon sigmoide es una lazada en forma de “S” de intestino grueso sostenido por el mesocolon sigmoide.
- El recto se localiza anterior al sacro y el cóccix. Tiene una amplia

ampolla. La unión anorrectal forma un ángulo agudo originado por el músculo puborrectal.

Vías urinarias

- El uréter tiene tres constricciones donde pueden alojarse los cálculos. El uréter entra en el ángulo lateral de la vejiga urinaria.
- La vejiga se localiza inmediatamente posterior a los huesos púbicos, dentro de la pelvis, tanto en hombres como en mujeres. El trigono es el área triangular interna limitada por las aberturas de los uréteres y la uretra. La pared muscular lisa de la vejiga es el músculo detrusor.
- En los hombres, los conductos deferentes y las vesículas seminales se localizan en la base de la vejiga. El cuello de la vejiga descansa sobre la cara superior de la próstata. En las mujeres, el cuello se halla en el diafragma urogenital.
- En los hombres, la base de la vejiga está relacionada con el recto. En las mujeres, la base está separada del recto por la vagina.
- En la micción, el cuello y la base de la vejiga permanecen relativamente fijos, pero la cara superior se eleva hacia el abdomen. Los nervios parasimpáticos estimulan la contracción del músculo detrusor e inhiben la acción del esfínter vesical, permitiendo así la micción.
- Las lesiones de la médula espinal pueden interrumpir el proceso de micción y producir una vejiga atónica, una vejiga neurógena refleja o una vejiga autónoma.

Órganos genitales internos masculinos

- Los órganos genitales internos masculinos comprenden el conducto deferente, las vesículas seminales, los conductos eyaculadores, la próstata, la uretra prostática y la uretra membranosa.
- El conducto deferente se origina en la cola del epidídimo, cruza el conducto inguinal, cruza la pared pélvica y la base de la vejiga y se une al conducto de la vesícula seminal para formar el conducto eyaculador.
- La vesícula seminal se localiza en la base de la vejiga. Su conducto se une al conducto deferente homolateral para formar el conducto eyaculador.
- El conducto eyaculador se forma por la unión del conducto deferente y el conducto de la vesícula seminal. Perfora la próstata y se abre hacia la uretra prostática.
- La próstata es una glándula encapsulada localizada inferior al cuello de la vejiga. Tiene cinco lóbulos y puede examinarse mediante un tacto rectal. El agrandamiento o la enfermedad

- pueden obstruir la micción y la eyaculación.
- La uretra prostática discurre a través de la próstata, desde la vejiga hasta el diafragma urogenital. Es la porción más ancha y dilatable de toda la uretra.
 - El peritoneo parietal pasa a la cara superior de la vejiga y se desplaza posteriormente hacia la cara anterior del recto, formando el fórnix rectovesical. Por lo tanto, el fórnix rectovesical es la parte más inferior de la cavidad peritoneal abdominopélvica cuando el paciente está en posición erecta. Órganos genitales internos femeninos
 - Los órganos genitales internos femeninos comprenden los ovarios, las trompas uterinas, el útero y la vagina.
 - El ovario en general se localiza contra la pared lateral de la pelvis. Tiene una delgada cápsula fibrosa: la túnica albugínea.
 - La trompa uterina se extiende desde la parte superior del útero hasta la región del ovario. Tiene cuatro partes: infundíbulo, ampolla, istmo y porción uterina (intramural). La fertilización suele ocurrir en la ampolla. La pared de la trompa es sitio de origen de posibles embarazos ectópicos tubáricos.
 - El útero es un órgano hueco en forma de pera dividido en fondo, cuerpo y cuello uterino. El cuello uterino perfora y entra en el extremo superior de la vagina. El eje longitudinal del útero en general se inclina anteriormente en un ángulo de unos 90° con respecto al eje longitudinal de la vagina, en anteversión uterina. Las estructuras que soportan el útero son los músculos del suelo pélvico (músculos elevadores del ano) y los ligamentos de la fascia pélvica (transverso cervical, pubocervical y uterosacro).
 - La vagina se extiende posteroinferiormente desde la vulva hasta el útero. La mitad superior de la vagina se localiza sobre el suelo pélvico, en la cavidad pélvica, mientras que la mitad inferior se ubica dentro del periné. La pared vaginal superior rodea el cuello uterino y forma los fórnix vaginales. Algunos aspectos significativos de la cavidad pélvica son palpables en una exploración digital (tacto) vaginal.
 - El peritoneo parietal continúa descendiendo desde la pared anterior del abdomen hasta la cara superior de la vejiga urinaria y luego gira hacia la cara anterior del útero, creando el fórnix uterovesical, poco profundo. El peritoneo también recorre el útero en la parte superior de la cara posterior de la vagina y luego frente al recto. Esta reflexión crea el fórnix rectouterino. En la mujer, el fórnix rectouterino es la parte más inferior de la cavidad peritoneal abdominopélvica en la posición erecta. Los *ligamentos anchos* son pliegues del peritoneo que se extienden a través de la cavidad pélvica desde los bordes laterales del útero hasta las paredes laterales de la pelvis, cubriendo el cuerpo y el fondo del

útero, las trompas uterinas y los ovarios. El ligamento ancho está compuesto por cuatro porciones: mesometrio, mesosálpinx, mesoovario y ligamento suspensorio del ovario.

Anatomía radiológica

- Gran parte de la pelvis ósea puede observarse en radiografías simples.
- Los órganos pélvicos son fácilmente observables en radiografías con contraste y ecografías.



10 Periné

Una mujer de 51 años de edad consulta al médico por disnea, que empeora al subir escaleras. En la entrevista, menciona que el problema comenzó 3 años atrás y que está empeorando. En la exploración física, la paciente tiene un aspecto saludable, aunque la conjuntiva y los labios son más pálidos de lo normal, lo que sugiere anemia. Los sistemas cardiovascular y respiratorio se observan normales. Al profundizar, la paciente afirma que con frecuencia elimina heces manchadas con sangre y que a menudo padece estreñimiento.

El tacto rectal no presenta anomalías más allá de la presencia de moco manchado de sangre en el guante. La proctoscopia con la paciente en posición de litomía muestra tres zonas de inflamación congestiva en la mucosa del canal anal que protruyen hacia la luz en las posiciones 3, 7 y 11 del reloj. El análisis de laboratorio de la sangre muestra reducción del recuento de eritrocitos, que también son más pequeños de lo normal; la concentración de hemoglobina también es baja. El diagnóstico es anemia microcítica hipocrómica debida a un sangrado prolongado por hemorroides internas.

La anemia grave explica la falta de aliento de la paciente. Las hemorroides son dilataciones de las tributarias de las venas rectales superiores en la pared del canal anal. La abrasión repetida de las hemorroides por las heces duras causó el sangrado y la pérdida de sangre. Sin el conocimiento de la posición anatómica de las venas en el canal anal, el médico no habría podido hacer un diagnóstico.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Triángulo anal

Canal anal

Defecación

Fosa isquioanal

Triángulo urogenital

Fascia perineal superficial

Espacio perineal superficial

Espacio perineal profundo y diafragma urogenital

Triángulo urogenital masculino

Pene

Escroto

Contenidos del espacio perineal superficial

Contenidos del espacio perineal profundo

Erección del pene

Eyaculación

Uretra masculina

Triángulo urogenital femenino

Vulva

Clítoris
Bulbos del vestíbulo
Glándulas vestibulares mayores
Contenidos del espacio perineal superficial
Contenidos del espacio perineal profundo
Erección del clítoris
Orgasmo femenino
Uretra femenina
Glándulas vestibulares menores (parauretrales)
Vagina

Anatomía radiológica

Anatomía de superficie

Sínfisis del pubis
Cóccix
Tuberosidad isquiática
Triángulo anal
Triángulo urogenital masculino
Triángulo urogenital femenino

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es revisar la anatomía relativa a problemas clínicos importantes en el periné. Dado que el descenso de los testículos y la estructura del escroto están íntimamente relacionados con el desarrollo del canal inguinal, se tratan en detalle en el [capítulo 6](#).

1. Definir y delinear los límites y subdivisiones del periné. Identificar los contenidos de cada uno.
2. Identificar los componentes del canal anal. Describir las relaciones de estas estructuras, con especial referencia a las bases de un tacto anorrectal en hombres y mujeres. Describir las bases anatómicas para el control de la defecación y la causa de las hemorroides.
3. Delimitar las fosas isquioanales (isquiorrectales). Identificar los principales contenidos de las fosas y describir la relevancia funcional/clínica del área.
4. Identificar el diafragma urogenital, sus componentes y sus funciones básicas. Indicar las diferencias entre los sexos con respecto a las relaciones con las vías urogenitales.
5. Seguir el trayecto de las vías reproductoras masculinas y femeninas. Identificar glándulas u órganos accesorios y las relaciones de los componentes. Describir los papeles de las estructuras responsables del funcionamiento sexual normal en hombres y mujeres.
6. Identificar los nervios principales que inervan el periné. Identificar las fuentes de inervación autónoma del periné. Trazar las vías de los nervios somáticos y viscerales principales hasta el periné, y describir su relevancia clínica. Describir las consecuencias funcionales de las lesiones de los nervios principales que inervan el periné.
7. Analizar el flujo de sangre dentro y fuera del periné y describir los trayectos, los patrones de ramificación, las distribuciones y las anastomosis principales de los vasos principales. Observar, asimismo, las relaciones de estos vasos con los órganos adyacentes.
8. Analizar el drenaje primario de la linfa desde los órganos y las paredes del periné hasta sus nódulos linfáticos y puntos de conexión venosa.
9. Identificar las estructuras principales de la pelvis en imágenes radiográficas estándares.
10. Localizar las proyecciones superficiales y los puntos de palpación de las

REVISIÓN

Los músculos elevadores del ano y coccígeos y las fascias que los cubren forman el diafragma pélvico ([fig. 10-1](#); véase también el [cap. 8](#)). Es incompleto anteriormente (en el **hiato urogenital**) para permitir el paso de la uretra en hombres y la uretra y la vagina en mujeres. El diafragma pélvico divide la cavidad pélvica en dos partes: 1) la **cavidad pélvica principal**, localizada superior al diafragma pélvico, y 2) el **periné**, ubicado inferior al diafragma pélvico.

Este capítulo analiza el periné. La cavidad pélvica principal se describe en el [capítulo 9](#). Deben tenerse en cuenta las direcciones anatómicas. En el periné, lo superficial equivale a lo inferior, y lo profundo equivale a lo superior. De acuerdo con este criterio, el periné es inferior (superficial) al diafragma pélvico.

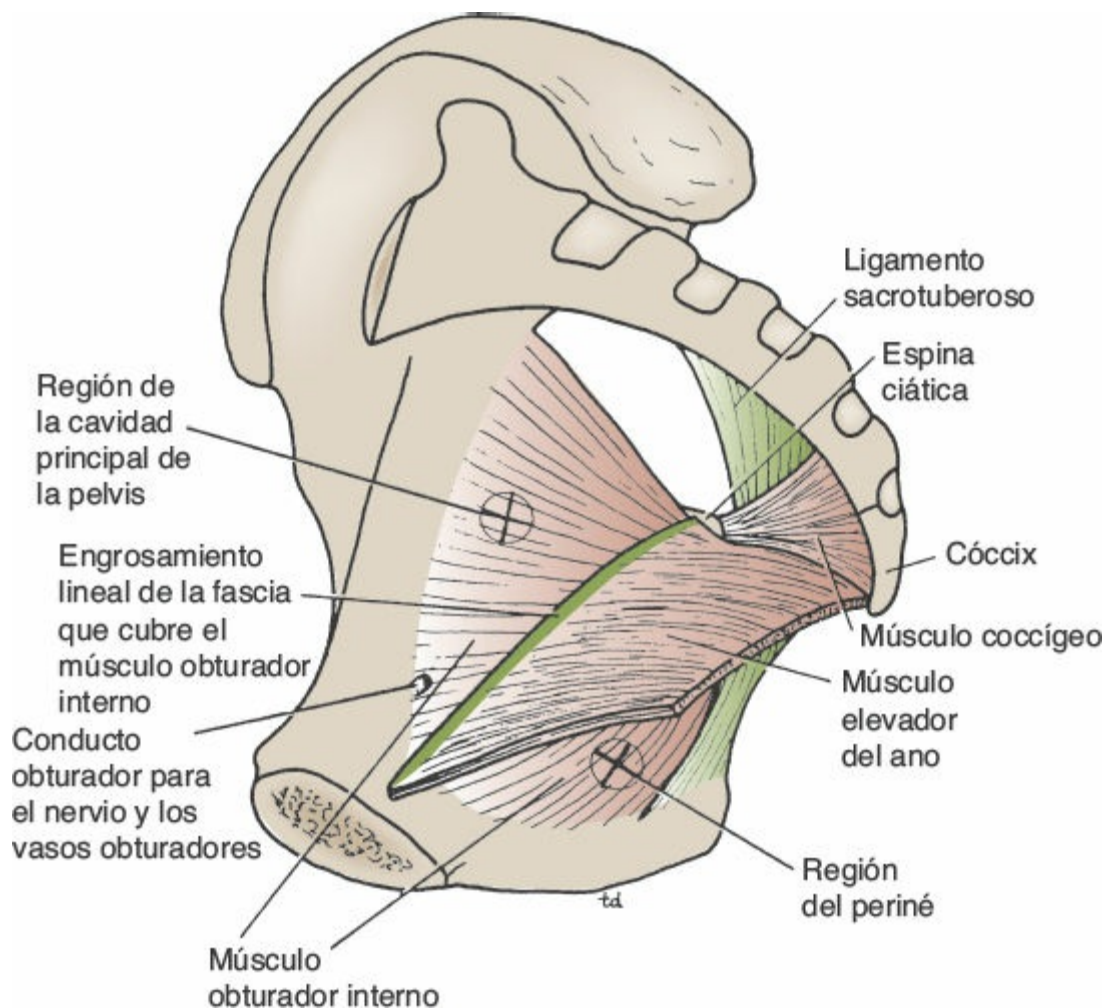


Figura 10-1 Mitad derecha de la pelvis que muestra los músculos que forman el suelo pélvico. Obsérvese que el músculo elevador del ano y los músculos coccígeos y las fascias que los cubren forman el diafragma pélvico. Véase también que la región de la cavidad pélvica principal se localiza superior al diafragma pélvico y la región del periné se halla inferior al mismo.

El periné tiene forma de diamante cuando se observa desde abajo con los muslos en abducción (fig. 10-2). Sus límites (de anterior a posterior) son la sínfisis del pubis, las ramas isquiopúbicas, las tuberosidades isquiáticas, los ligamentos sacrotuberosos y el vértice del cóccix (fig. 10-3; véase también fig. 10-2). Una línea imaginaria que conecta las tuberosidades isquiáticas divide el periné en dos triángulos (véase fig. 10-2). El anterior es el **triángulo urogenital**, que contiene los orificios urogenitales (véase fig. 10-3). El posterior es el **triángulo anal**, que contiene el ano.

En esta vista inferior, el paciente se encuentra en **posición de litotomía** (ginecológica), es decir, en posición en decúbito supino con ambas articulaciones de la cadera flexionadas y en abducción. Los pies se colocan en estribos para mantenerlos estables. La posición de litotomía se usa con frecuencia para la valoración del periné y la exploración pélvica en la mujer.

El **cuerpo perineal (tendón central del periné)** es una masa fibromuscular ubicada en el centro del periné (véase fig. 10-3). Este representa el sitio embrionario de unión del tabique uorrectal con la membrana cloacal. En hombres, se localiza entre el bulbo del pene y el ano. En mujeres, se localiza entre la vagina y el ano. Funcionalmente, el cuerpo perineal es un sitio de inserción para varios músculos y capas fasciales. Por lo tanto, es un punto importante de estabilidad para la integridad y las funciones perineales.

Los problemas frecuentemente relacionados con el periné incluyen infecciones, lesiones y prolapsos que afectan el canal anal, la uretra y los genitales femeninos externos. En el hombre, son habituales la obstrucción uretral, la rotura traumática de la uretra esponjosa (peneana) y las infecciones del epidídimo y el testículo.

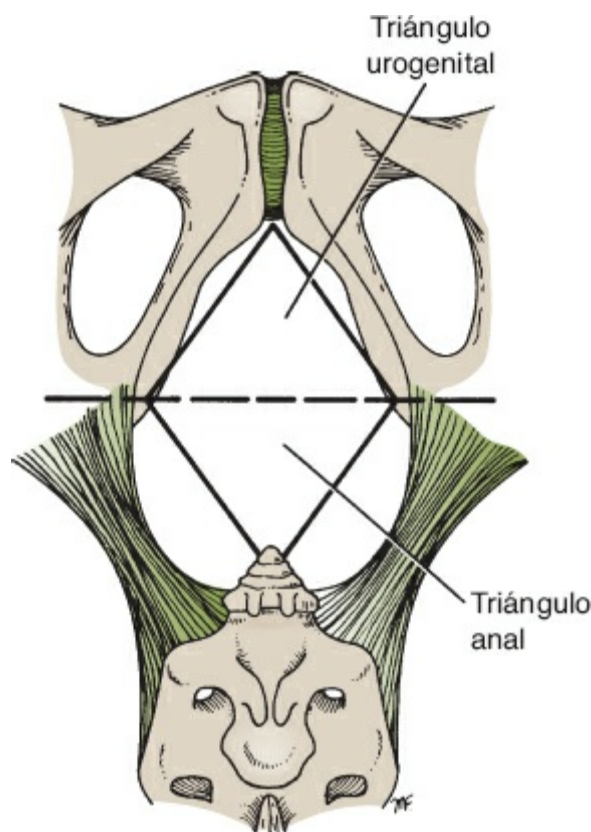


Figura 10-2 Periné en forma de diamante dividido por una *línea discontinua* en el triángulo urogenital y el triángulo anal.

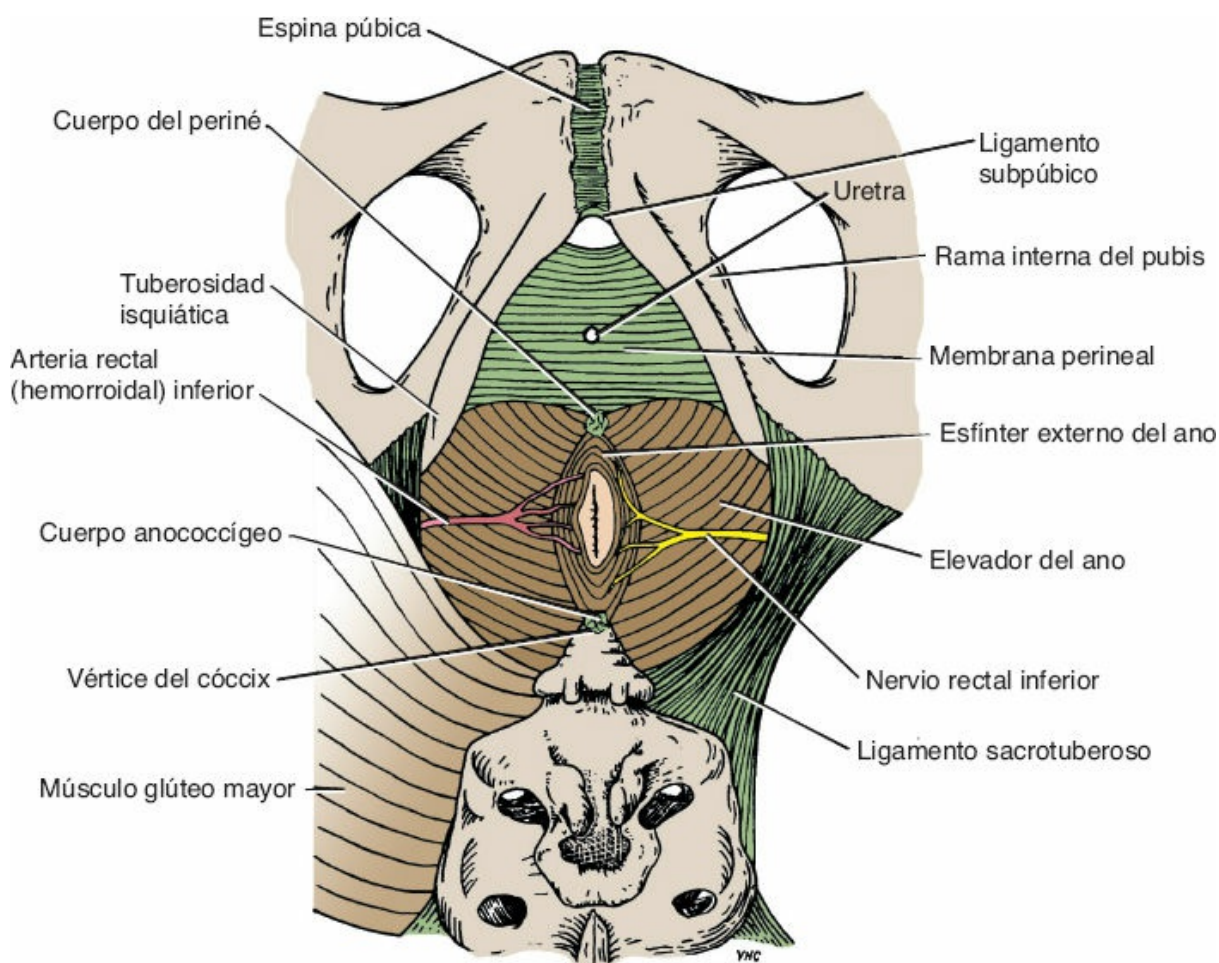


Figura 10-3 Vista inferior de los triángulos anal y urogenital en el hombre.

TRIÁNGULO ANAL

El triángulo anal abarca la mitad posterior del periné (véase [fig. 10-2](#)). Sus límites son las tuberosidades isquiáticas, los ligamentos sacrotuberosos (superpuestos con los bordes de los músculos glúteos mayores) y el vértice del cóccix (véase [fig. 10-3](#)). El **ano**, o la abertura inferior del canal anal, está en la línea media, y a cada lado hay una **fosa isquioanal** (isquiorrectal). La anatomía de esta región es casi idéntica en hombres y mujeres.

Canal anal

El canal anal tiene unos 4 cm de largo y discurre posteroinferiormente desde la ampolla rectal hasta el ano ([fig. 10-4](#)). Los músculos elevadores del ano y los esfínteres anales mantienen sus paredes laterales en aposición, excepto durante la defecación.

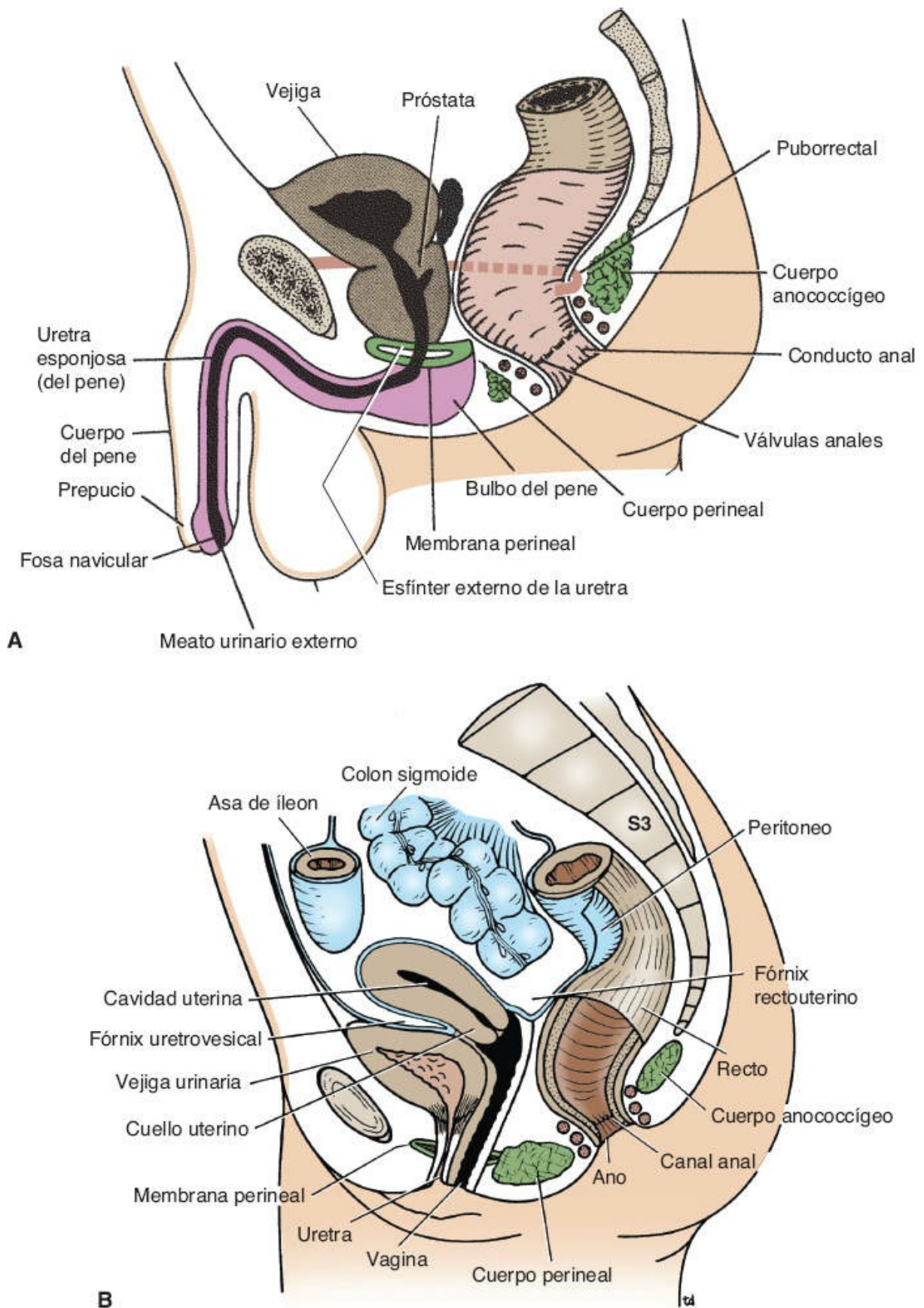


Figura 10-4 Secciones sagitales de la pelvis masculina (A) y femenina (B).

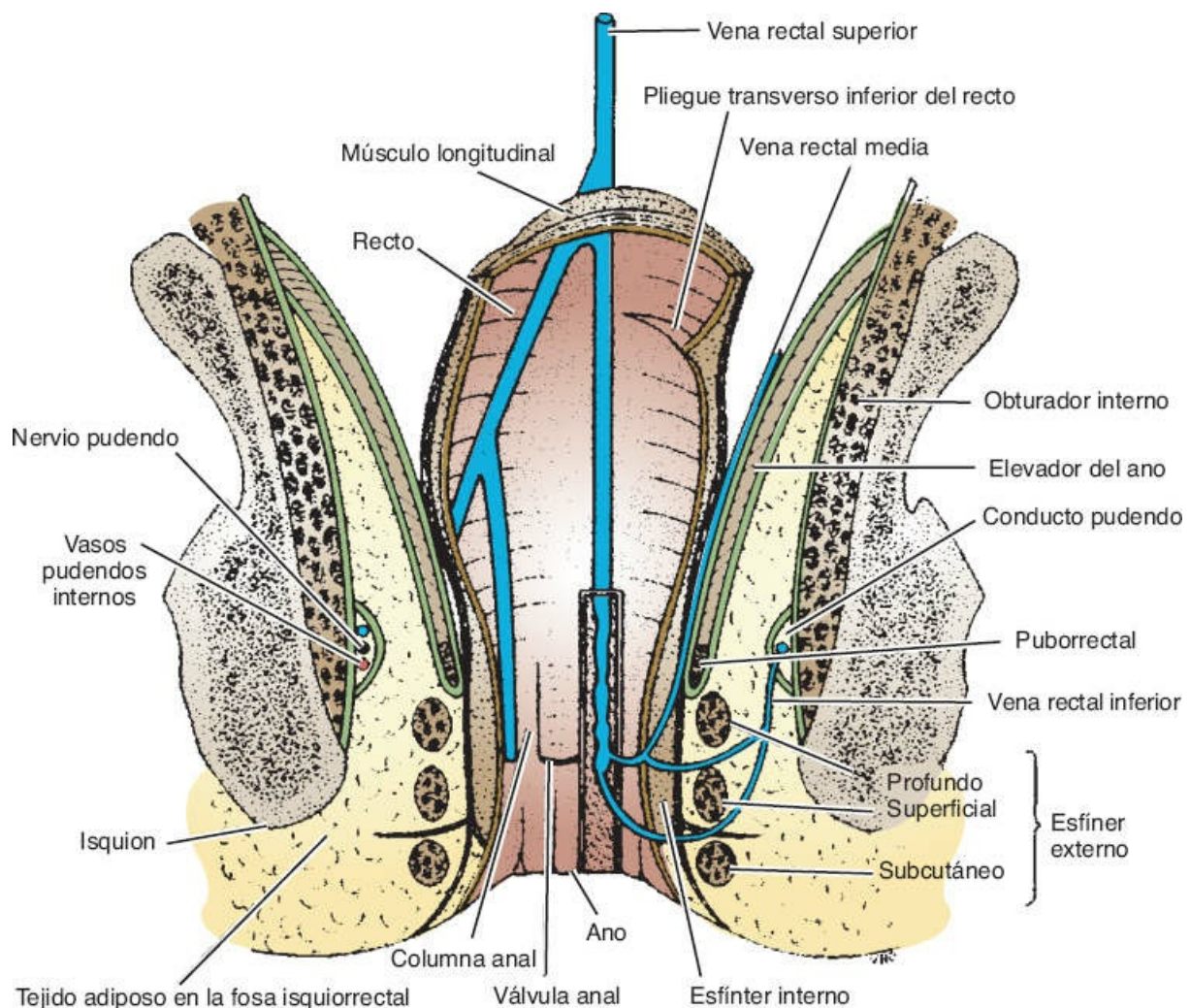


Figura 10-5 Sección coronal de la pelvis y el periné que muestra el drenaje venoso del canal anal.

Relaciones

- **Posteriormente.** El **cuerpo anococcígeo**, que es una masa de tejido fibroso que se localiza entre el canal anal y el cóccix (véase fig. 10-4).
- **Lateralmente.** Las fosas isquiorrectales, rellenas de tejido adiposo (fig. 10-5).
- **Anteriormente.** En el hombre, el cuerpo perineal, el diafragma urogenital, la porción membranosa de la uretra y el bulbo del pene (véase fig. 10-4). En la mujer, el cuerpo perineal, el diafragma urogenital y la porción inferior de la vagina (véase fig. 10-4).

Estructura

La **membrana mucosa de la mitad superior del canal anal** deriva del **endodermo del intestino posterior** (fig. 10-6A). Tiene las siguientes características anatómicas importantes:

- Está revestida por **epitelio cilíndrico**.
- Presenta pliegues verticales llamados **columnas anales**, que se unen entre sí en sus extremos inferiores a través de pequeños pliegues semilunares denominados **válvulas anales** (vestigios de la membrana del proctodeo) (fig. 10-7; véase fig. 10-5).
- La inervación es la misma que para la mucosa rectal y se deriva de los **plexos autónomos hipogástricos**. Es sensible solo al estiramiento (véase fig. 10-6A).
- La vascularización procede del intestino posterior, es decir, la **arteria rectal superior**, una rama de la arteria mesentérica inferior (véase fig. 10-6B). El drenaje venoso lo realiza principalmente la **vena**

rectal superior, una tributaria de la vena mesentérica inferior y la vena porta (véanse [figs. 10-5](#) y [10-6C](#)).

- El drenaje linfático es principalmente ascendente a lo largo de la arteria rectal superior hasta los nódulos linfáticos pararrectales y, finalmente, a los **nódulos linfáticos mesentéricos inferiores** (véase [fig. 10-6D](#)).

La **mucosa de la mitad inferior del canal anal** deriva del **ectodermo del proctodeo**. Tiene las siguientes características importantes:

- Está revestida por **epitelio pavimentoso estratificado**, que gradualmente se fusiona en el ano con la piel perianal (véase [fig. 10-6A](#)).
- No tiene **columnas anales** (véase [fig. 10-7](#)).
- La inervación proviene del **nervio rectal inferior** somático. Por lo tanto, es sensible al dolor, la temperatura, el tacto y la presión (véanse [figs. 10-3](#) y [10-6A](#)).

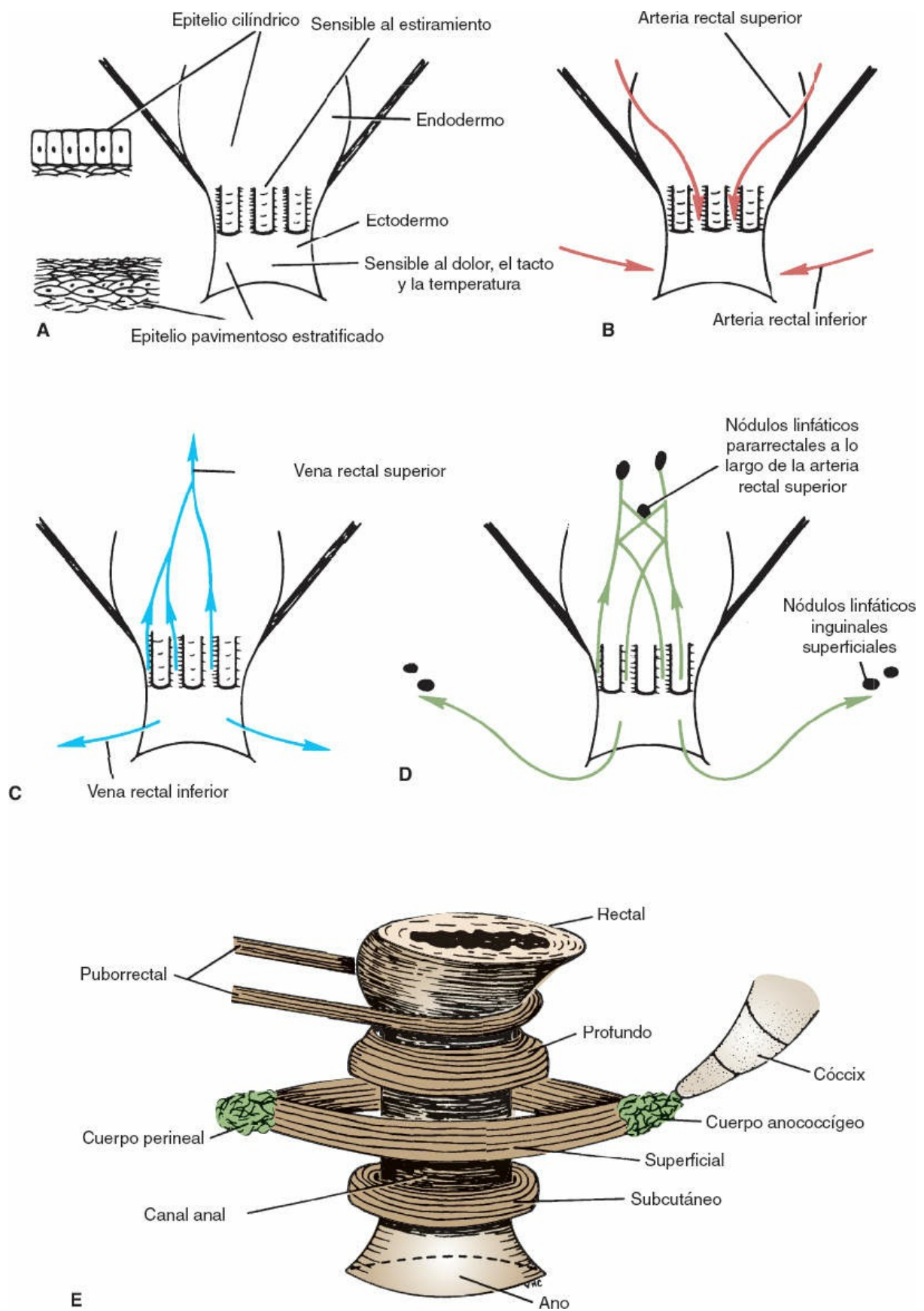


Figura 10-6 Mitades superior e inferior del canal anal que muestran su origen embrionario y el epitelio de revestimiento (A), su vascularización (B), su drenaje venoso (C) y su drenaje linfático (D). Disposición de las fibras musculares del músculo puborrectal y diferentes partes del esfínter externo del ano (E).

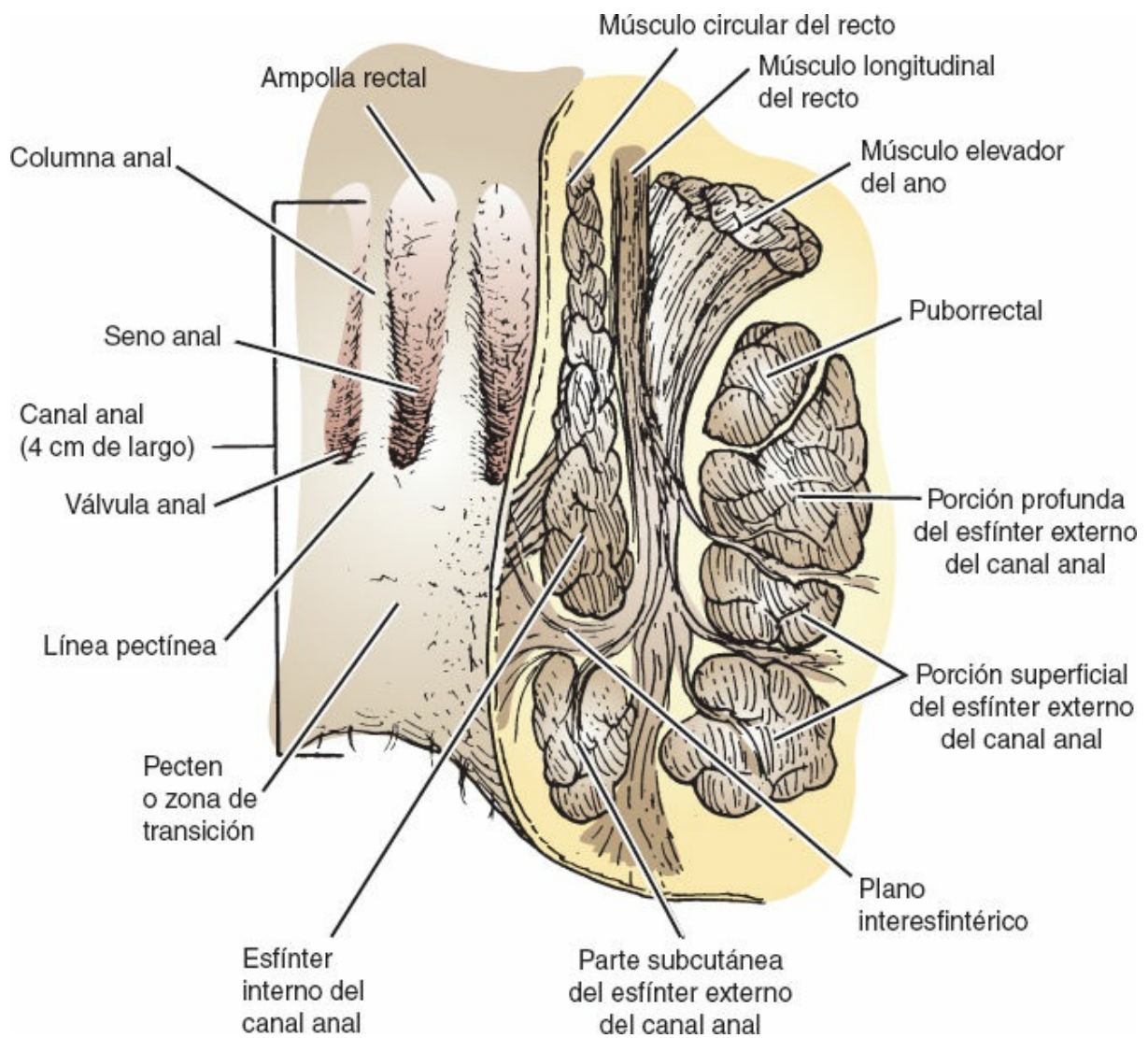


Figura 10-7 Sección coronal del canal anal que muestra la anatomía detallada de la mucosa y la distribución de los esfínteres interno y externo del ano. Téngase en cuenta que los clínicos a veces también usan los términos “línea pectínea” (la línea a nivel de las válvulas anales) y “pecten” (la zona de transición entre la piel y la mucosa).

- La vascularización proviene de la **arteria rectal inferior**, una rama de la arteria pudenda interna (véanse figs. 10-3 y 10-6B). El drenaje venoso lo realiza la **vena rectal inferior**, tributaria de la vena pudenda interna, que drena en la vena iliaca interna (véanse figs. 10-5 y 10-6C).
- El drenaje linfático se dirige inferiormente al grupo medial de los **nódulos linfáticos inguinales superficiales** (véase fig. 10-6D).

La línea **pectínea** o **dentada** indica el nivel en el cual la mitad superior del canal anal se une con la mitad inferior (véase fig. 10-7).

Capa muscular

Al igual que en las porciones superiores del tubo digestivo, se divide en una capa longitudinal externa y una capa circular interna de músculo liso (véase fig. 10-5).

Esfínteres anales

El canal anal tiene un esfínter interno involuntario y un esfínter externo voluntario.

El **esfínter interno** se forma a partir de un engrosamiento del músculo liso de la capa circular en el extremo superior del canal anal. Está rodeado por una vaina de músculo esquelético que forma el esfínter externo (véanse [figs. 10-5](#), [10-6E](#) y [10-7](#)).

El **esfínter externo** tiene tres partes: **subcutánea**, **superficial** y **profunda**. Los detalles del esfínter externo se describen en la [tabla 10-1](#).

Las **fibras puborrectales** de los dos músculos elevadores del ano se mezclan con la porción profunda del esfínter externo (véanse [figs. 10-5](#) a [10-7](#)). Las fibras puborrectales de los dos lados conforman un asa (cabestrillo), que se une anteriormente con los huesos púbicos y pasa alrededor de la unión entre el recto y el canal anal (la **unión anorrectal**), tirando de los dos anteriormente en un ángulo agudo (véanse [figs. 10-4A](#) y [10-6E](#)). En la [tabla 10-1](#) se ofrecen más detalles.

El músculo liso longitudinal del canal anal es continuo con el del recto. Forma una capa continua alrededor del canal anal y desciende en el intervalo entre los esfínteres interno y externo del ano. Algunas de las fibras longitudinales se insertan en la membrana mucosa del canal anal, mientras que otras pasan lateralmente hacia la fosa isquioanal o se insertan en la piel perianal (véase [fig. 10-5](#)).

El esfínter interno, la porción profunda del esfínter externo y los músculos puborrectales forman un anillo distintivo, llamado el **anillo anorrectal**, en la unión anorrectal (véase [fig. 10-6E](#)). Esta estructura puede palparse durante el tacto rectal.

Tabla 10-1 Músculos perineales

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculos del esfínter externo del ano				
Porción subcutánea	Rodea el canal anal, sin inserciones óseas		Nervio rectal inferior y ramo perineal del nervio S4	Junto con el músculo puborrectal, forma el esfínter voluntario del canal anal
Porción superficial	Cuerpo perineal	Cóccix	Igual que en la porción subcutánea	Igual que en la porción subcutánea
Porción profunda	Rodea el canal anal, sin inserciones óseas		Igual que en la porción subcutánea	Igual que en la porción subcutánea
Puborrectal (porción del elevador del ano)	Huesos púbicos	Asa alrededor de la unión del recto y el canal anal	Ramo perineal del nervio S4 y ramo perineal del nervio pudendo	Junto con el esfínter externo del ano, forma el esfínter voluntario del canal anal
Músculos urogenitales en el hombre				
Bulboesponjoso	Cuerpo perineal	Fascia del bulbo del pene, el cuerpo esponjoso y el cavernoso	Ramo perineal del nervio pudendo	Comprime la uretra y ayuda en la erección del pene
Isquiocavernoso	Tuberosidad isquiática	Fascia que cubre el cuerpo cavernoso	Ramo perineal del nervio pudendo	Ayuda a la erección del pene
Esfínter de la uretra	Arco del pubis	Rodea la uretra	Ramo perineal del nervio pudendo	Esfínter voluntario de la uretra
Músculo transverso superficial del periné	Tuberosidad isquiática	Cuerpo perineal	Ramo perineal del nervio pudendo	Fija el cuerpo perineal
Músculo transverso profundo del periné	Rama del isquion	Cuerpo perineal	Ramo perineal del nervio pudendo	Fija el cuerpo perineal
Músculos urogenitales en la mujer				
Bulboesponjoso	Cuerpo perineal	Fascia del bulbo del vestíbulo	Ramo perineal del nervio pudendo	Esfínter de la vagina, ayuda a la erección del clítoris
Isquiocavernoso	Tuberosidad isquiática	Fascia que cubre el cuerpo cavernoso	Ramo perineal del nervio pudendo	Ayuda a la erección del clítoris
Esfínter de la uretra	Igual que en el hombre			
Músculo transverso superficial del periné	Igual que en el hombre			
Músculo transverso profundo del periné	Ausente en mujeres			

Vascularización

La **arteria rectal superior** irriga la mitad superior, y la **arteria rectal inferior** irriga la mitad inferior (véase [fig. 10-6B](#)).

La **vena rectal superior** drena la mitad superior hacia la vena mesentérica inferior. La **vena rectal inferior** drena la mitad inferior hacia la vena pudenda interna (véase [fig. 10-6C](#)).

Drenaje linfático

La mitad superior del canal anal drena en los nódulos linfáticos pararrectales y luego los **nódulos linfáticos mesentéricos inferiores**. La mitad inferior drena en el **grupo medial de los nódulos linfáticos inguinales superficiales** (véase [fig. 10-6D](#)).

Inervación

Las fibras aferentes viscerales que ascienden a través de los **plexos hipogástricos** inervan la mucosa de la mitad superior, que es sensible al estiramiento. Las fibras aferentes somáticas de los **nervios rectales inferiores** inervan la mitad inferior, que es sensible al dolor, la temperatura, el tacto y la presión. Las **fibras simpáticas de los plexos hipogástricos inferiores** inervan el esfínter interno involuntario. El **nervio rectal inferior**, ramo del nervio pudendo (véase [fig. 10-3](#)), y el ramo perineal del cuarto nervio sacro (S4), inervan el esfínter externo voluntario. El nervio rectal inferior inerva la piel alrededor del ano.

Defecación

El momento, el lugar y la frecuencia de la defecación son una cuestión de hábito. Algunos adultos defecan una vez al día, otros defecan varias veces al día, y algunas personas completamente sanas defecan una vez cada varios días.

El deseo de defecar se inicia por la estimulación de los receptores de estiramiento en la pared del recto por la presencia de heces en la luz. El acto de defecar implica un reflejo coordinado que conduce al vaciado del colon descendente, el colon sigmoide, el recto y el canal anal. Es asistido por un aumento de la presión intraabdominal provocado por la contracción de los músculos de la pared abdominal anterior. La contracción tónica de los esfínteres internos y externos del ano, incluidos los músculos puborrectales, es inhibida voluntariamente y las heces son evacuadas a través del canal anal. Según la laxitud de la capa submucosa, la membrana mucosa de la porción inferior del canal anal se extruye a través del ano por delante de la masa fecal. Al final del acto, la mucosa es devuelta al canal anal por el tono de las fibras longitudinales de las paredes anales y la contracción y tracción en dirección superior del músculo puborrectal. La luz del canal anal, ahora vacía, se cierra mediante la contracción tónica de los esfínteres anales.

Fosa isquioanal

La fosa isquioanal (fosa isquiorrectal) es un espacio cuneiforme ubicado a cada lado del canal anal (véase [fig. 10-5](#)). La piel es superficial y forma la base de la cuña. La unión de las paredes medial y lateral forma el borde superior de la cuña. El músculo elevador del ano, inclinado, y el canal anal forman la pared medial. La porción inferior del músculo obturador interno, cubierto de fascia pélvica, forma la pared lateral.

Las dos fosas isquioanales se comunican entre sí en la cara posterior del canal anal. Cada fosa tiene un **receso posterior** que se extiende posteriormente hacia el músculo glúteo mayor. Además, cada fosa posee un **receso anterior** que se extiende anteriormente entre la membrana perineal y el diafragma pélvico.

Contenidos de la fosa

La fosa isquioanal está llena de tejido adiposo denso, que sostiene el canal anal y permite su distensión durante la defecación. El nervio pudendo y los vasos pudendos internos se encierran en un canal aponeurótico, el **canal pudendo (de Alcock)**, en la pared lateral de la fosa isquioanal, en la cara medial de la tuberosidad isquiática (véase [fig. 10-5](#)). Los vasos y los nervios rectales inferiores atraviesan la fosa para alcanzar el canal anal.

Nervio pudendo

El nervio pudendo es un ramo del plexo sacro (ramos anteriores de S2 a S4). Emerge de la cavidad pélvica principal por el **foramen ciático mayor**, entra en la región glútea del miembro inferior y se enrolla alrededor de la inserción del **ligamento sacroespinoso** en la espina ciática ([fig. 10-8](#)). Después de un breve trayecto en la región glútea, pasa a través del **foramen ciático menor** y entra en la cara posterior del periné. El nervio entonces discurre anteriormente en el canal pudendo. Sus ramos inervan el esfínter externo del ano y los músculos y la piel del periné.

Ramos

- **Nervio rectal inferior.** Discurre medialmente a través de la fosa isquioanal e inerva el esfínter externo del ano, la membrana mucosa de la mitad inferior del canal anal y la piel perianal (véase [fig. 10-3](#)).
- **Nervio dorsal del pene (o el clítoris).** Discurre hacia el pene (o el clítoris) (véase [fig. 10-8](#)).
- **Nervio perineal.** Inerva los músculos en el triángulo urogenital y la piel sobre la cara posterior del escroto (o labios pudendos mayores).

Arteria pudenda interna

La arteria pudenda interna es una rama de la arteria ilíaca interna. Discurre junto con el nervio pudendo, pasa desde la pelvis a través del foramen ciático mayor y entra en el periné a través del foramen ciático menor.

Ramas

- **Arteria rectal inferior.** Irriga la mitad inferior del canal anal (véase [fig. 10-3](#)).
- Emite una rama hacia el pene en el hombre y los labios y clítoris en la mujer.

Vena pudenda interna

La vena pudenda interna recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria pudenda interna.

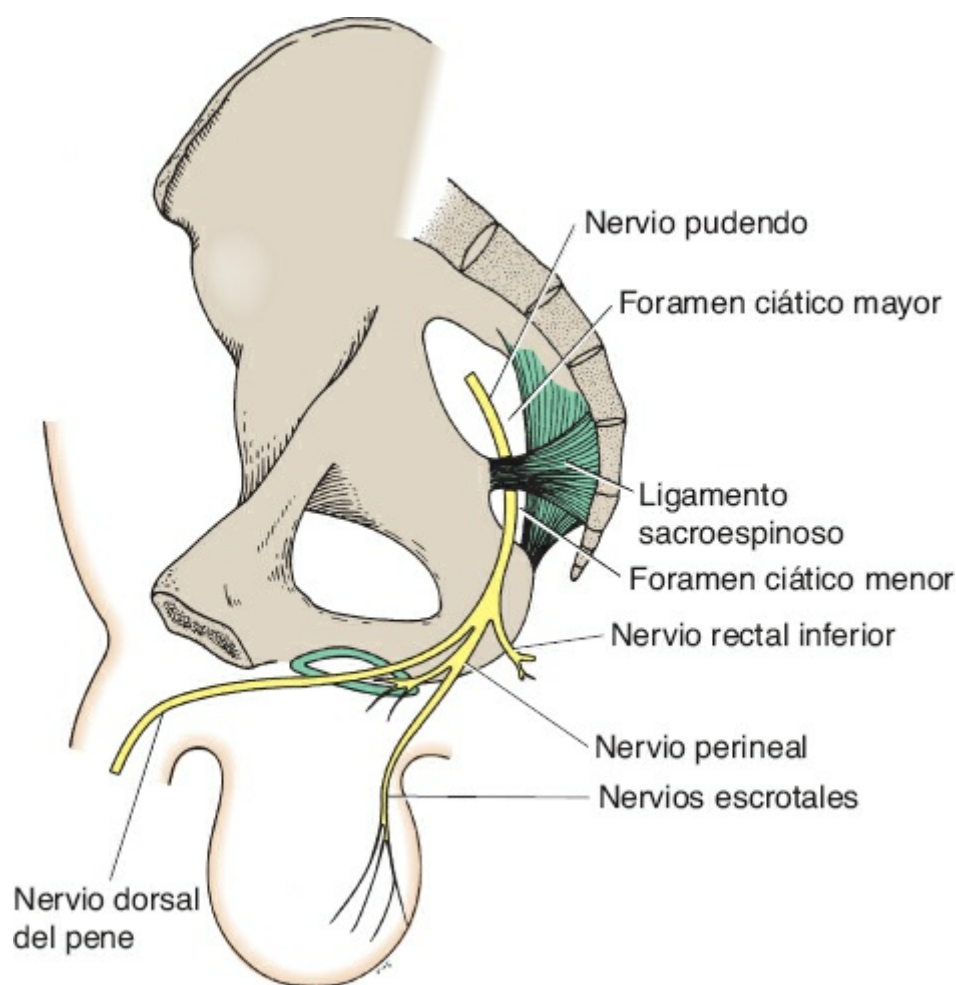


Figura 10-8 Trayecto y ramos del nervio pudendo en el hombre.



Notas clínicas

Anastomosis portosistémicas

Las venas rectales forman la anastomosis portosistémica anorrectal (véase fig. 10-6). La vena rectal superior constituye el componente portal. Drena en la vena mesentérica inferior y, finalmente, en la vena porta. La vena rectal inferior es el componente sistémico, ya que drena en la vena pudenda interna y, en última instancia, en la vena ilíaca interna.

Hemorroides internas

Las hemorroides internas son **varicosidades de las tributarias de la vena rectal superior** y están cubiertas por membrana mucosa (fig. 10-9). Las tributarias de la vena, que se localizan en las columnas anales en las posiciones de reloj de las 3, 7 y 11 en punto cuando se observa al paciente en posición de litotomía, son particularmente propensas a volverse varicosas. En términos anatómicos, por lo tanto, una **hemorroide** es un pliegue de mucosa y submucosa que contiene una tributaria varicosa de la vena rectal superior y una rama terminal de la arteria rectal superior. Las **hemorroides internas** prolapsan inicialmente dentro del canal anal (**primer grado**). A medida que se agrandan, prolapsan fuera del canal durante la defecación pero regresan al final del acto (**segundo grado**). Cuando se agrandan aún más, prolapsan durante la defecación y permanecen fuera del ano (**tercer grado**).

Dado que las hemorroides internas aparecen en la mitad superior del canal anal, donde los nervios aferentes viscerales inervan la mucosa, son indoloras y solo son sensibles al estiramiento. Ello puede explicar por qué las hemorroides internas grandes dan lugar a una sensación de dolor

sordo en lugar de un dolor agudo.

Hay muchas causas por las que se desarrollan las hemorroides internas. Con frecuencia aparecen en miembros de la misma familia, lo que sugiere una debilidad congénita de las paredes de las venas. Las venas varicosas de las piernas y las hemorroides se presentan a la vez. La vena rectal superior es la parte más dependiente de la circulación portal y no tiene válvulas. El peso de la columna de sangre venosa es, por lo tanto, mayor en las venas de la mitad superior del canal anal. En este punto, el tejido conjuntivo laxo de la submucosa ofrece poco sostén a las paredes de las venas. Además, el retorno venoso se ve interrumpido por la contracción de la capa muscular de la pared rectal durante la defecación. El estreñimiento crónico, asociado con el esfuerzo prolongado para defecar, es un factor predisponente frecuente. Las hemorroides en el embarazo son habituales debido a la presión sobre las venas rectales superiores por el útero grávido. La hipertensión portal como resultado de la cirrosis hepática también puede causar hemorroides. La posibilidad de que los tumores cancerosos del recto puedan bloquear la vena rectal superior nunca debe pasarse por alto.

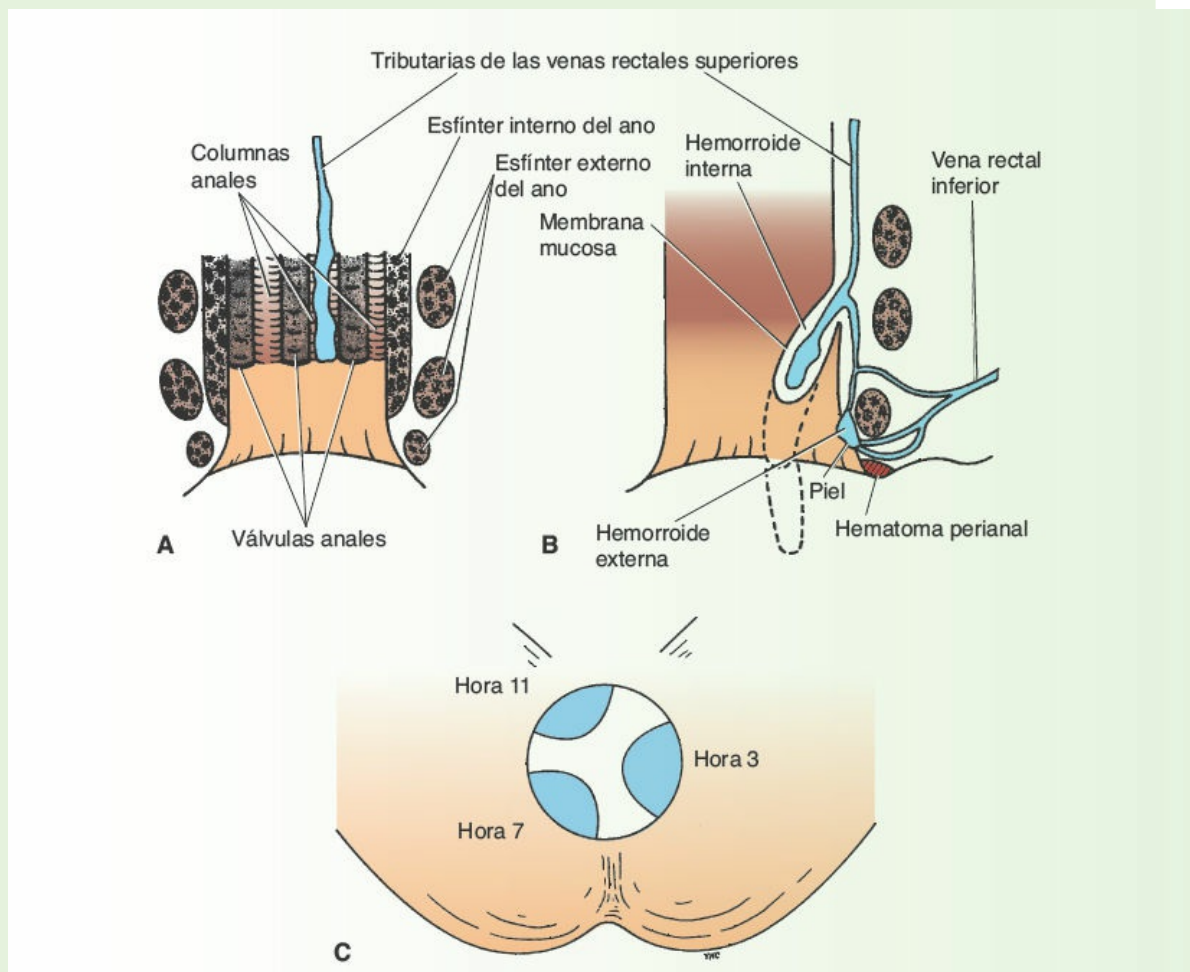


Figura 10-9 A. Tributaria normal de la vena rectal superior dentro de la columna anal. B. Tributaria varicosa de la vena rectal superior que forma las hemorroides internas. Las líneas punteadas indican los grados de gravedad del trastorno. C. Posiciones de tres hemorroides internas vistas a través de un proctoscopio con el paciente en la posición de litotomía.

Hemorroides externas

Las hemorroides externas son varicosidades de las tributarias de la vena rectal inferior a medida que se extienden lateralmente desde el borde del ano. Están cubiertas por la piel (véase fig. 10-9B) y se asocian con frecuencia con hemorroides internas muy desarrolladas.

La membrana mucosa de la mitad inferior del canal anal o la piel cubre las hemorroides externas. Reciben inervación de los nervios rectales inferiores. Son sensibles al dolor, la temperatura, el tacto y la presión, lo que explica por qué las hemorroides externas tienden a ser dolorosas. La trombosis de las hemorroides externas es habitual. Su causa es desconocida, aunque la

tos o los esfuerzos pueden producir distensión de las hemorroides, seguida de estasis. El paciente reconoce inmediatamente la presencia de una hinchazón aguda pequeña en el borde del ano.

Hematoma perianal

Un *hematoma perianal* es una pequeña acumulación de sangre por debajo de la piel perianal (véase fig. 10-9B). Se debe a la rotura de una pequeña vena subcutánea, posiblemente una hemorroide externa, y es extremadamente dolorosa.

Fisura anal

Las **válvulas anales** conectan los extremos inferiores de las **columnas anales** (fig. 10-10). En personas que padecen estreñimiento crónico, las válvulas anales pueden desgarrarse hasta el ano debido al atrapamiento del borde de una masa fecal dura sobre el pliegue mucoso. La úlcera alargada que se forma, conocida como **fisura anal** (véase fig. 10-10A), es extremadamente dolorosa. Aparece con mayor frecuencia en la línea media posteriormente o, con menor frecuencia, anteriormente, y esto puede deberse a la falta de soporte que proporciona la porción superficial del esfínter externo en estas áreas (la porción superficial del esfínter externo no rodea el canal anal, sino que pasa por sus laterales).

El sitio de la fisura anal en la mitad inferior sensitiva del canal anal, que está innervada por el nervio rectal inferior, produce un espasmo reflejo del esfínter externo del ano, lo cual agrava la alteración. Debido al intenso dolor, las fisuras anales pueden requerir valoración bajo anestesia local.

Abscesos perianales

Los abscesos perianales se originan por un traumatismo fecal en la mucosa anal (véase fig. 10-10). La infección puede entrar en la submucosa a través de una pequeña lesión de la mucosa, o el absceso puede complicar una fisura anal o la infección de una glándula de la mucosa anal. El absceso puede estar localizado en la submucosa (**absceso submucoso**), puede aparecer debajo de la piel perianal (**absceso subcutáneo**) o puede ocupar la fosa isquioanal (**absceso isquioanal o isquiorrectal**) (véase fig. 10-10B). Los abscesos isquioanales o isquiorrectales grandes a veces se extienden posteriormente alrededor del lado del canal anal para invadir la fosa isquiorrectal del lado opuesto (**absceso en herradura**). Los abscesos pueden desarrollarse en el espacio entre la ampolla rectal y la cara superior del elevador del ano (**absceso pelvirrectal**). Anatómicamente, estos abscesos están íntimamente relacionados con las diferentes porciones del esfínter externo y los músculos elevadores del ano, como se observa en la figura 10-10B.

Las **fístulas anales** aparecen como resultado de la diseminación o el tratamiento inadecuado de los abscesos anales. Un extremo de la fístula se abre en la luz del canal anal o recto inferior, y el otro extremo se abre en la superficie de la piel cerca del ano (véase fig. 10-10C). Si el absceso se abre en una sola superficie, se conoce como **seno**, no como fístula. Las fístulas de nivel elevado son raras y se extienden desde el recto hasta la piel perianal. Se ubican superiores al anillo anorrectal; como resultado, la materia fecal mancha constantemente la ropa. Las fístulas de nivel más bajo se ubican inferiores al anillo anorrectal (véase fig. 10-10C).

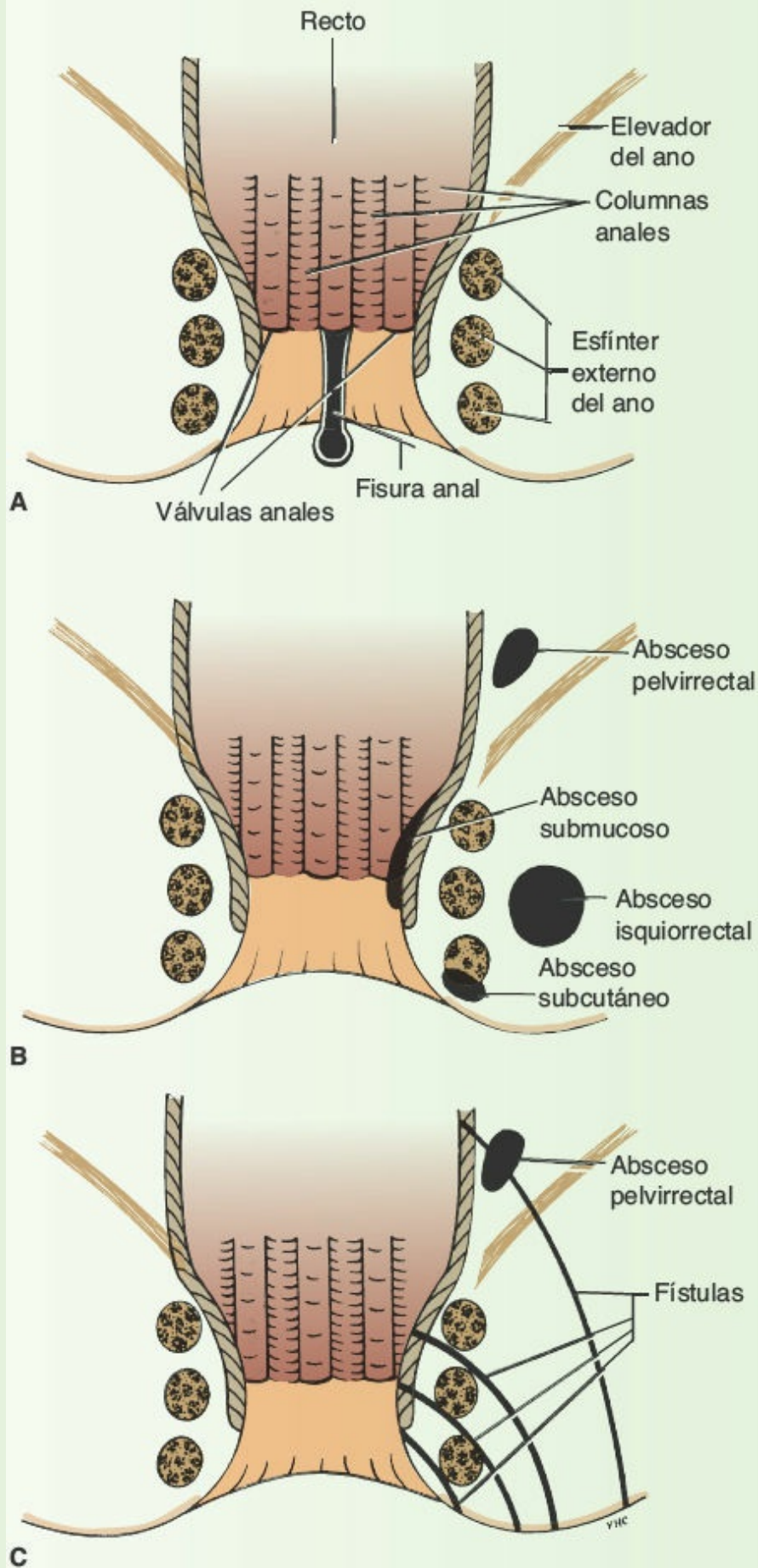


Figura 10-10 A. Desgarro hacia abajo de la válvula anal, lo cual forma una fisura anal. B. Localizaciones frecuentes de los abscesos perianales. C. Posiciones habituales de las fistulas perianales.

La parte más importante del mecanismo esfinteriano del canal anal es el **anillo anorrectal**. Está formado por la porción profunda del esfínter externo, el esfínter interno y la parte puborrectal del elevador del ano. Las cirugías en el canal anal que causan daño al anillo anorrectal producen incontinencia fecal.

Eliminación de cuerpos extraños anorrectales

En general, el canal anal se mantiene cerrado por el tono de los esfínteres anales interno y externo y el tono de la parte puborrectal de los músculos elevadores del ano. Los músculos elevadores del ano, posiblemente asistidos por los pliegues transversos de la mucosa rectal, sostienen el contenido rectal. Por ello, la extracción de un cuerpo extraño grande del recto (como pequeños floreros o una bombilla eléctrica) puede ser un problema importante.

El siguiente procedimiento suele funcionar:

1. El cuerpo extraño debe fijarse de modo que el tono esfinteriano, junto con los intentos externos de coger el objeto, no lo desplacen por encima del recto.
2. Puede ser difícil de extraer cuerpos extraños grandes, irregulares o frágiles, y puede ser necesario paralizar el esfínter del ano mediante anestesia general o el bloqueo del nervio del esfínter del ano.

Bloqueo de los nervios del esfínter del ano y anestesia de la piel perianal

El bloqueo de los ramos del nervio rectal inferior y el ramo perineal del nervio S4 hace que los esfínteres anales se relajen y que la piel perianal quede anestesiada.

El procedimiento se realiza como sigue:

1. Se realiza un botón intradérmico inyectando una pequeña cantidad de solución anestésica por detrás del ano en la línea media.
2. Se introduce un dedo índice enguantado en el canal anal para que sirva de guía.
3. Se introduce una aguja larga conectada a una jeringa llena de solución anestésica a través del botón cutáneo en los músculos del esfínter a lo largo de las caras posterior y lateral del canal anal. El procedimiento se repite en el lado opuesto. El propósito del dedo en el canal anal es guiar la aguja y evitar la penetración de la mucosa anal.

Incontinencia relacionada con prolapso rectal

Un prolapso rectal grave de larga duración puede acompañarse de incontinencia fecal. El estiramiento prolongado y excesivo de los esfínteres anales puede ser la causa de la afección. La alteración puede tratarse mediante la restauración del **ángulo anorrectal**, ajustando la porción puborrectal de los músculos elevadores del ano y los esfínteres externos del ano por detrás de la unión anorrectal.

Incontinencia después de traumatismos

Los traumatismos, como el parto, el daño en los esfínteres durante una cirugía o los abscesos perianales y las fistulas, pueden ser motivo de incontinencia posterior a un traumatismo.

Incontinencia después de lesiones de la médula espinal

Después de una lesión grave de la médula espinal, el paciente no es consciente de la distensión rectal. Además, se pierde la influencia parasimpática sobre la actividad peristáltica del colon descendente, el colon sigmoide y el recto. Además, el control sobre la musculatura abdominal y los esfínteres del canal anal puede verse gravemente afectado. El recto, ahora una estructura aislada, responde contrayéndose cuando aumenta la presión dentro de su luz. Esta respuesta refleja local es mucho más eficiente si los segmentos sacros de la médula espinal están intactos. En el mejor de los

casos, sin embargo, la fuerza de las contracciones de la pared rectal es pequeña, y el resultado habitual son estreñimiento y bolo fecal.

Valoración anorrectal

En el paciente sano, las estructuras que pueden palparse con el dedo índice enguantado introducido en el canal anal y el recto son las siguientes:

Anteriormente:

En el hombre:

- Anterior a la falange terminal: los contenidos del fórnix rectovesical, la cara posterior de la vejiga, las vesículas seminales y los conductos deferentes ([fig. 10-11](#); véase también [fig. 10-4](#)).
- Anterior a la falange media: la fascia rectoprostática y la próstata.
- Anterior a la falange proximal: el cuerpo perineal, la membrana perineal y el bulbo del pene.

En la mujer:

- Anterior a la falange terminal: el fórnix rectouterino, la vagina y el cuello uterino.
- Anterior a la falange media: la membrana perineal y la vagina.
- Anterior a la falange proximal: el cuerpo perineal y la porción inferior de la vagina.

Posteriormente:

Pueden sentirse el sacro, el cóccix y el cuerpo anococcígeo.

Lateralmente:

Pueden palparse las fosas isquioanales y las espinas ciáticas.

Cáncer y drenaje linfático del canal anal

La mitad superior de la mucosa del canal anal es drenada superiormente hacia los nódulos linfáticos a lo largo del trayecto de la arteria rectal superior. La mitad inferior de la mucosa es drenada inferiormente hacia el grupo medial de los nódulos inguinales superficiales. En muchos pacientes que creen tener una hernia inguinal se ha detectado, en realidad, un cáncer en la mitad inferior del canal anal, con depósitos secundarios en los nódulos linfáticos inguinales.

Fosa isquioanal e infecciones

Las fosas isquioanales están rellenas de tejido adiposo vascularizado. La proximidad al canal anal las hace particularmente vulnerables a la infección. Cuando se produce, esta suele seguir una trayectoria lateral desde la mucosa anal a través del esfínter externo del ano. La infección de los folículos pilosos perianales o las glándulas sudoríparas también puede ser la causa de una infección en las fosas. Aunque en raras ocasiones, también puede desencadenarse un absceso perirrectal que desciende a través del músculo elevador del ano. Un absceso isquioanal puede afectar la fosa opuesta por la propagación de la infección a través de la línea media posterior al canal anal.

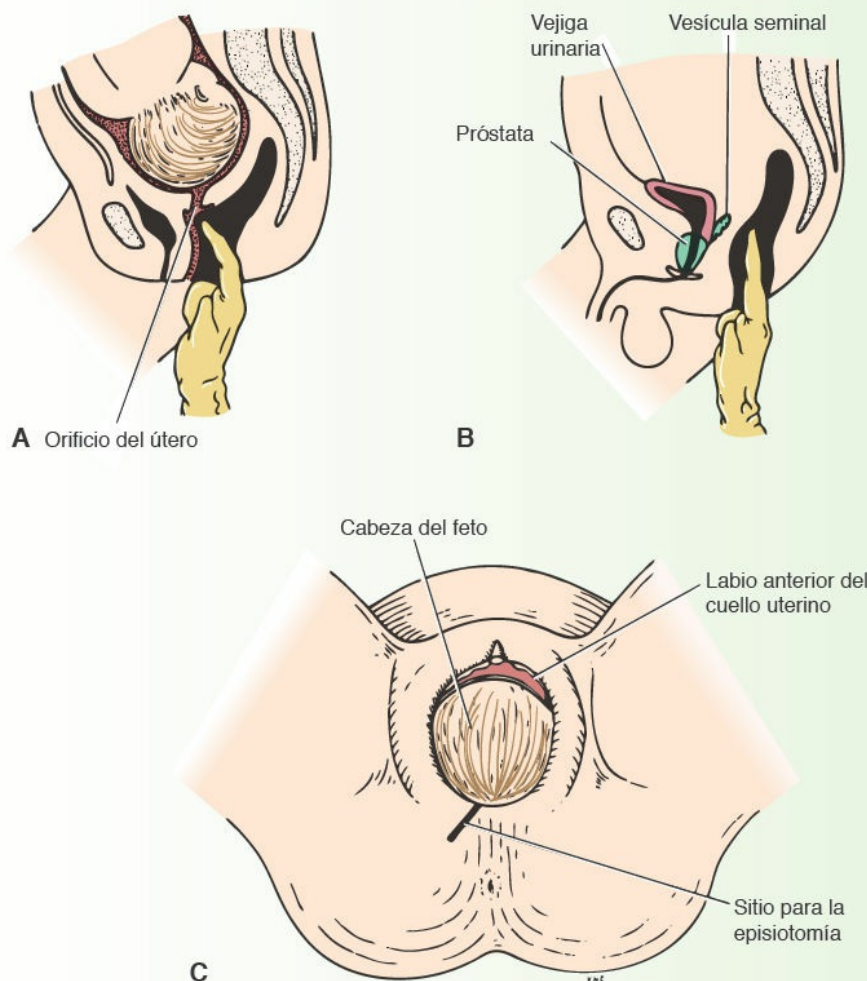


Figura 10-11 A. Tacto rectal en una mujer embarazada que muestra cómo puede palparse el cuello uterino a través de la pared rectal anterior. B. Tacto rectal en el varón que muestra cómo puede palparse la próstata y las vesículas seminales a través de la pared rectal anterior. C. Posición de la incisión de episiotomía en una mujer durante la segunda etapa del parto. La cabeza del feto se presenta en el orificio vaginal.



Notas embriológicas

Desarrollo de los genitales externos

El extremo distal del intestino posterior termina como un saco ciego de endodermo denominado **cloaca** (véase fig. 9-8). La cloaca yace en contacto con una depresión ectodérmica poco profunda denominada **proctodeo**. Las capas yuxtapuestas de ectodermo y endodermo forman la **membrana cloacal**, que separa la cavidad del intestino posterior de la superficie. La cloaca se divide en dos porciones, anterior y posterior, por el **tabique uorrec tal**; la porción posterior de la cloaca se conoce como **canal anorrectal**. El canal anorrectal forma el recto y la mitad superior del canal anal. El epitelio de la mitad superior del canal anal se forma a partir del endodermo, y el de la mitad inferior, a partir del ectodermo del proctodeo. Los esfínteres del canal anal se forman a partir del mesénquima circundante. La porción posterior de la membrana cloacal se pierde y el intestino se abre hacia la superficie del embrión.

Ano imperforado

Alrededor de 1 niño de cada 4 000 nace con ano imperforado, que se debe a un defecto en la fusión de la cloaca endodérmica con el proctodeo.

TRIÁNGULO UROGENITAL

El triángulo urogenital constituye la mitad anterior del periné (véase [fig. 10-2](#)). Sus límites son el arco del pubis anteriormente y los las ramas isquiopúbicas y las tuberosidades isquiáticas lateralmente (véase [fig. 10-3](#)). Las aberturas urogenitales se localizan en la línea media, en estrecha relación con los genitales externos. El triángulo urogenital está organizado en varias capas:

- Piel
- Fascia perineal superficial
- Fascia perineal profunda
- Espacio perineal superficial (inferior) (bolsa superficial)
- Espacio perineal profundo (superior) (bolsa profunda)

Fascia perineal superficial

La fascia perineal superficial del triángulo urogenital se divide en una capa adiposa superficial y una capa membranosa profunda. Estas son continuaciones de las capas fasciales superficiales de la pared abdominal anterior.

La **capa adiposa superficial** (fascia de Camper) es continua con el tejido adiposo de la fosa isquioanal ([fig. 10-12](#)) y la fascia superficial de los muslos. En el escroto, el tejido adiposo es reemplazado por músculo liso: el **músculo dartos**. El músculo dartos se contrae en respuesta al frío y reduce el área de la piel escrotal (véase [cap. 6](#), *Testículos*).

La **capa membranosa profunda** (fascia de Colles) se adhiere posteriormente al borde posterior de la membrana perineal y al cuerpo perineal (véase [fig. 10-12](#)), y lateralmente a los bordes del arco del pubis. Es continua anteriormente con la capa membranosa de la fascia superficial de la pared abdominal anterior (fascia de Scarpa). La fascia continúa por encima del pene (o el clítoris) como una vaina tubular continua con la fascia superficial del pene/clítoris ([fig. 10-13A](#)). También forma una capa distinta continua con la fascia superficial del escroto (o los labios pudendos mayores) (véase [fig. 10-12](#)).

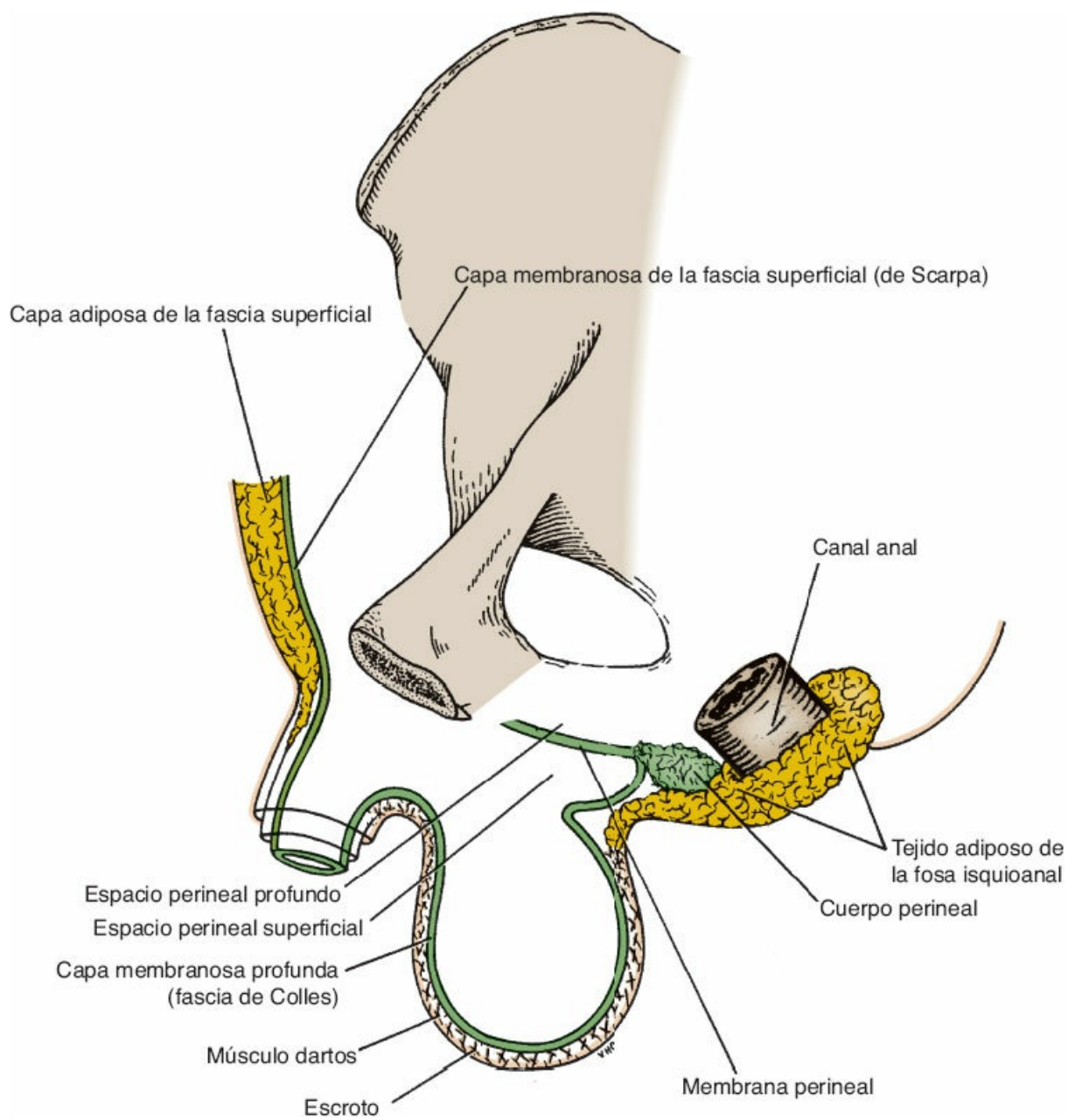


Figura 10-12 Disposición de la fascia perineal superficial en el triángulo urogenital. Obsérvense los espacios perineales superficial y profundo en relación con la membrana perineal.

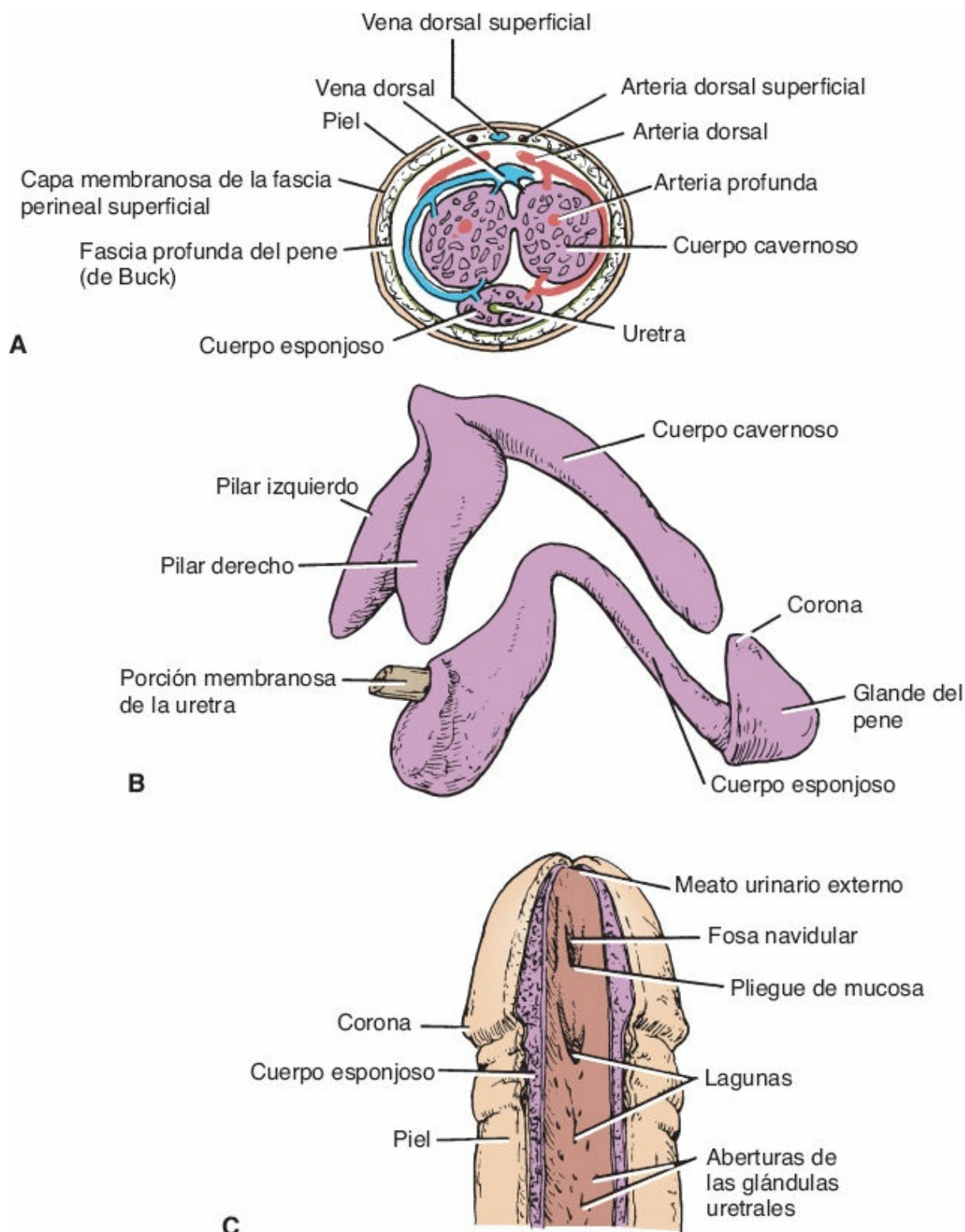


Figura 10-13 El pene. **A,B.** Los tres cuerpos de tejido eréctil, los dos cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso con el glándula. **C.** Sección abierta de la uretra esponjosa (peneana) que muestra los pliegues de membrana mucosa y los orificios glandulares en el techo de la uretra.

Espacio perineal superficial

El espacio perineal (bolsa) superficial (inferior) es la zona entre la fascia perineal superficial y la membrana perineal (véase [fig. 10-12](#)). Está cerrado

posteriormente por la fusión de sus paredes con la membrana perineal y el cuerpo perineal. Lateralmente, está cerrado por la unión de la capa membranosa de la fascia superficial y la membrana perineal a los bordes del arco del pubis (figs. 10-14 y 10-15). Anteriormente, el espacio se comunica libremente con el espacio potencial que se localiza entre la fascia superficial de la pared abdominal anterior y los músculos abdominales anteriores.

Contenidos

- El bulbo del pene o los bulbos del vestíbulo junto con los músculos bulboesponjosos.
- Los pilares del pene o del clítoris, además de los músculos isquiocavernosos.
- Los músculos transversos superficiales del periné.
- Los vasos y nervios perineales.
- Las glándulas vestibulares mayores (en mujeres).

Espacio perineal profundo y diafragma urogenital

Las descripciones tradicionales del triángulo urogenital identifican un **diafragma urogenital** distintivo que se localiza profundo (superior) con respecto al espacio perineal superficial. Este diafragma constituye una estructura musculofascial triangular, plana, de tres capas, localizada en la porción anterior del periné y que llena el **hiato urogenital** (es decir, el espacio inferior al pubis, donde el elevador del ano es incompleto) (véanse figs. 10-12, 10-14 y 10-15).

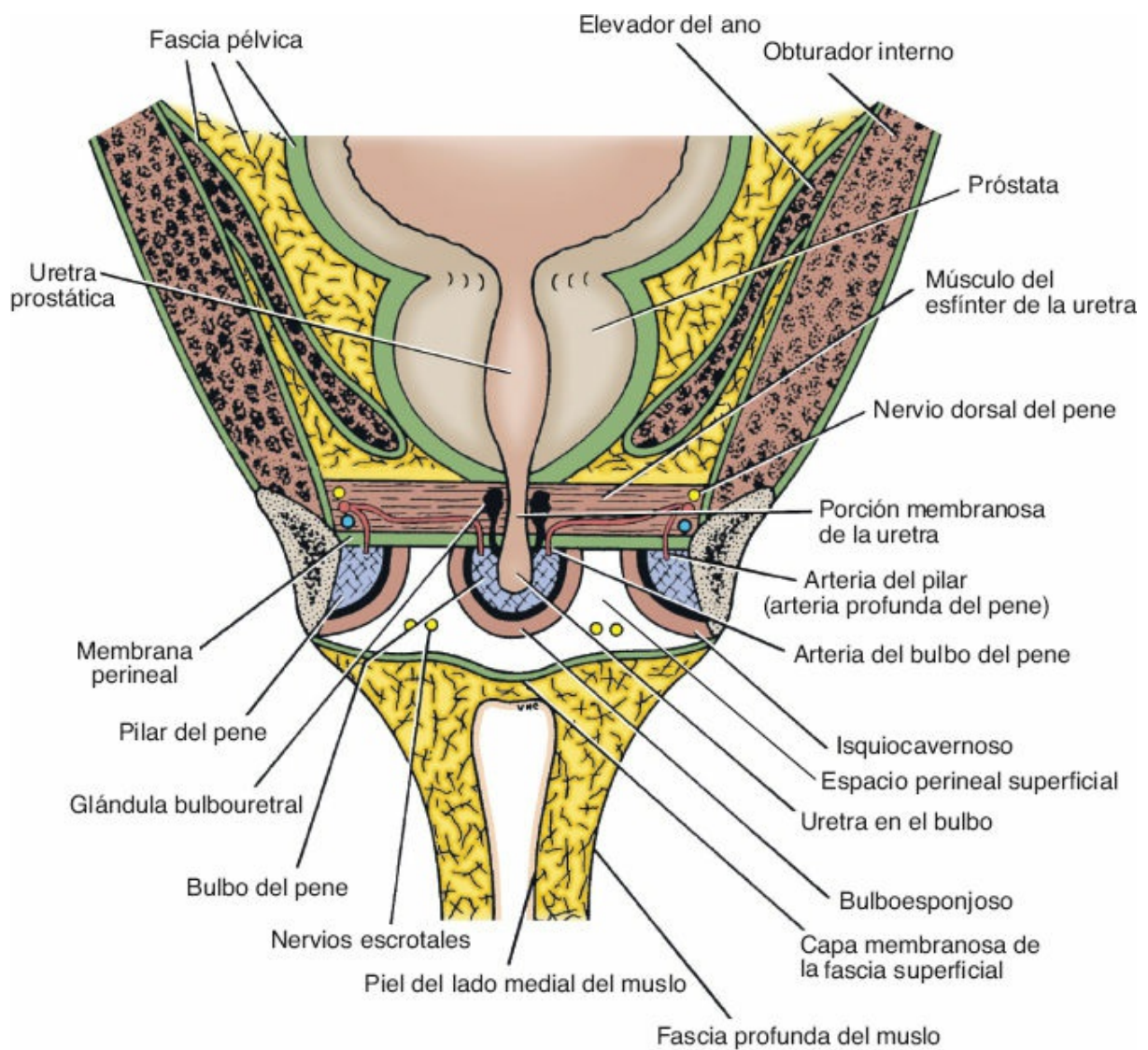


Figura 10-14 Sección coronal de la pelvis masculina que muestra la próstata, la membrana perineal y el contenido del espacio perineal superficial.

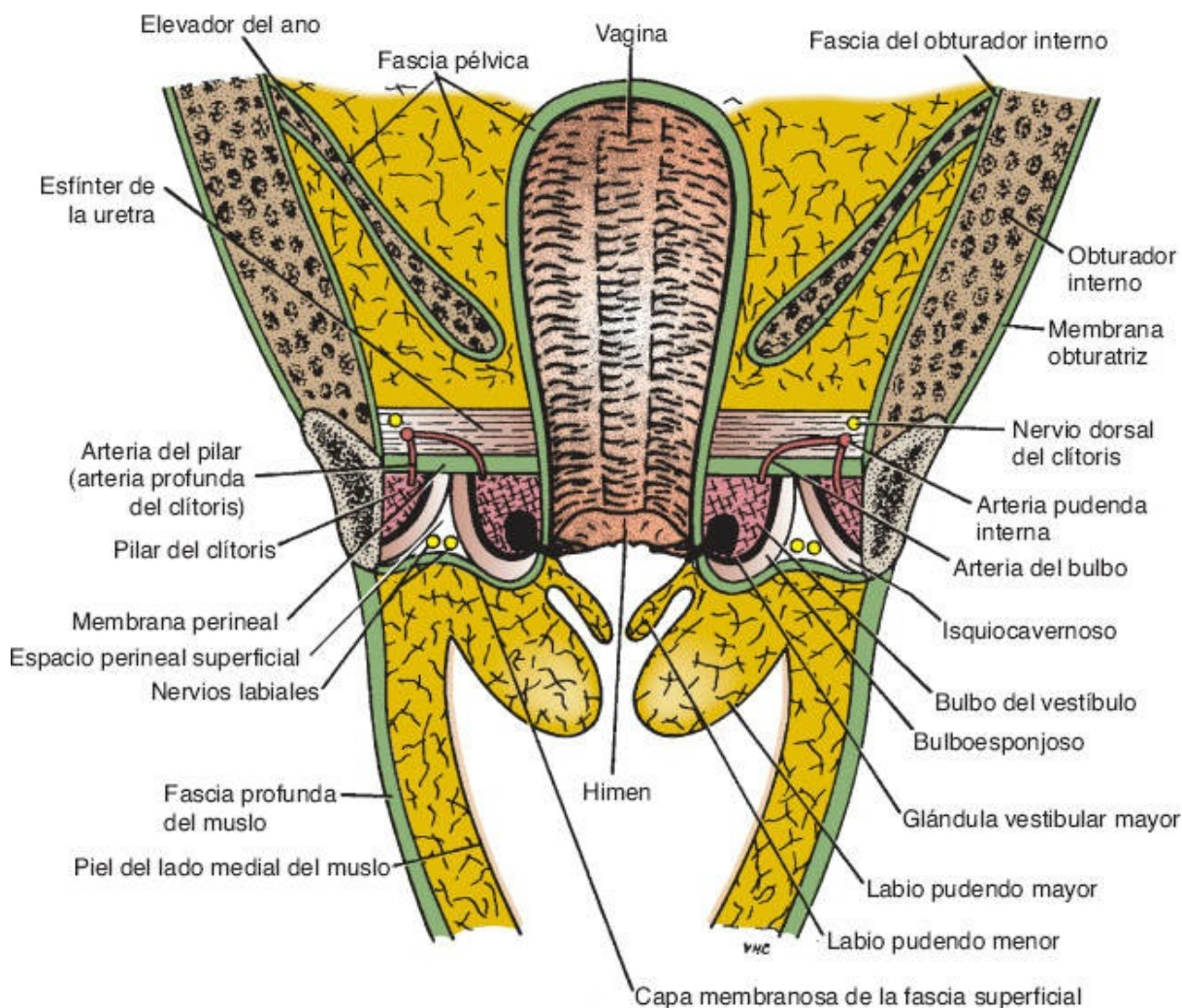


Figura 10-15 Sección coronal de la pelvis femenina que muestra la vagina, la membrana perineal y el contenido del espacio perineal superficial.

Las tres capas del diafragma urogenital son, de superficial a profunda, las siguientes:

- La **fascia inferior del diafragma urogenital** (también llamada **membrana perineal**).
- El **espacio perineal profundo**, formado por el esfínter de la uretra y los **músculos transversos profundos del periné**.
- La **fascia superior del diafragma urogenital**.

Sin embargo, los conceptos actuales describen una región mucho más compleja, con los componentes musculares y fasciales dispuestos en relaciones tridimensionales en lugar de la forma tradicional de capas planas. Algunos autores cuestionan si el diafragma urogenital realmente existe como estructura propiamente dicha.

La visión más actual afirma que el **espacio perineal profundo (bolsa profunda)** es la zona ubicada profunda (superior) al espacio perineal superficial. La **membrana perineal** forma el límite inferior del espacio profundo, y la fascia inferior del **diafragma pélvico** constituye el límite superior. La membrana perineal es una lámina fibrosa fuerte y delgada que se inserta en las ramas isquiopúbicas. El espacio profundo contiene las siguientes estructuras en ambos

sexos:

- Parte de la **uretra**.
- La porción inferior del **esfínter uretral externo**.
- Los **ramos neurovasculares** de los genitales externos.
- El **receso anterior de la fosa isquioanal**.

El **esfínter uretral externo** es una estructura compleja compuesta por varias partes y orientada más verticalmente que en la descripción tradicional de un cuerpo plano similar a un disco. Solo la porción inferior parece formar una verdadera unidad similar a un esfínter que rodea la uretra. Los **músculos transversos profundos del periné** probablemente existen solo en el hombre y son reemplazados por una masa muscular lisa en la mujer.

TRIÁNGULO UROGENITAL MASCULINO

En el hombre, el triángulo urogenital contiene el pene y el escroto.

Pene

El pene tiene una **raíz** fija y un **cuerpo** que pende libremente ([fig. 10-16](#); véase también [fig. 10-4A](#)).

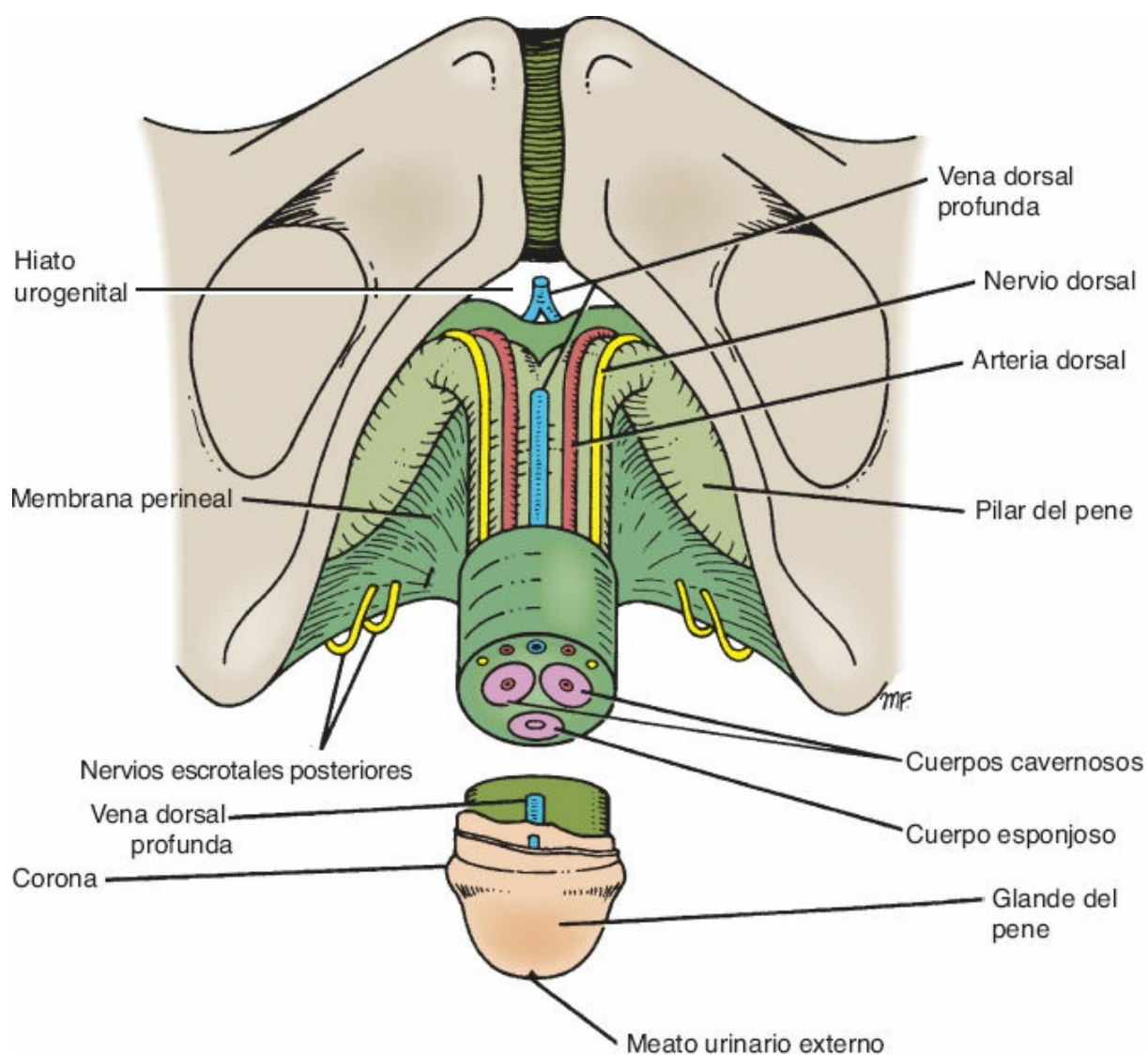


Figura 10-16 Raíz y cuerpo del pene.

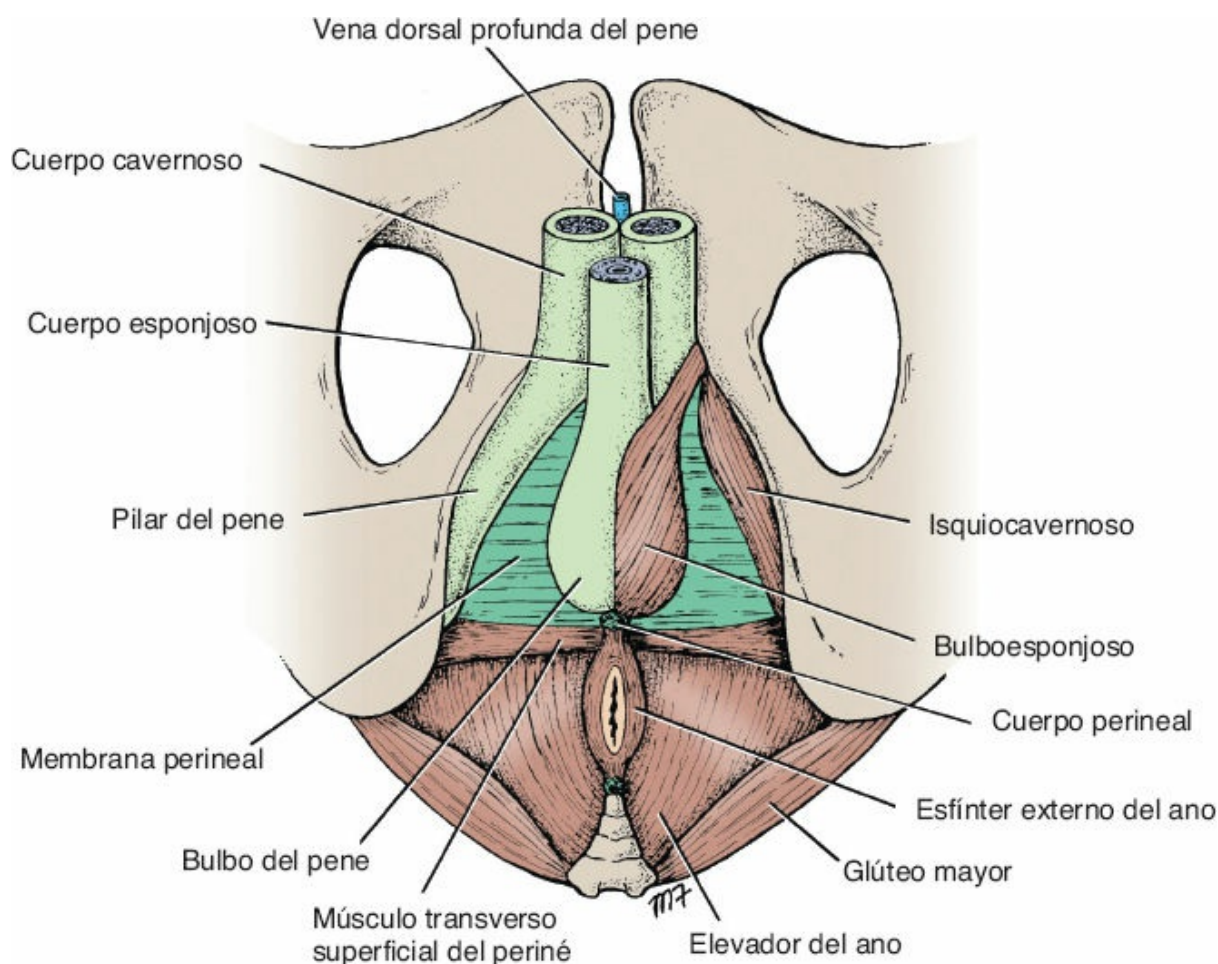


Figura 10-17 Raíz del pene y músculos perineales.

Raíz del pene

La raíz del pene está formada por tres masas del tejido eréctil: el **bulbo del pene** y los **pilares derecho e izquierdo del pene** (fig. 10-17; véanse también figs. 10-13 y 10-16). El bulbo está situado en la línea media y unido a la cara inferior (superficial) de la membrana perineal. La uretra atraviesa el bulbo, y los **músculos bulboesponjosos** cubren el exterior del bulbo. Cada pilar se inserta al lado del arco del pubis, y el **músculo isquiocavernoso** cubre su cara externa. El bulbo se continúa hacia el interior del cuerpo del pene y forma el **cuerpo esponjoso** (véase fig. 10-17). Los dos pilares convergen anteriormente para ubicarse lado a lado en la porción dorsal del cuerpo del pene, formando los **cuerpos cavernosos** (véanse figs. 10-13 y 10-16).

Cuerpo del pene

Los componentes esenciales del cuerpo del pene son tres cilindros de tejido eréctil encerrados en una vaina tubular de fascia profunda (**fascia de Buck**). Los tejidos eréctiles son los dos cuerpos cavernosos ubicados dorsalmente y el cuerpo esponjoso en posición ventral (véanse figs. 10-13 y 10-16). El cuerpo esponjoso se expande en su extremo distal para formar el **glande del pene**, que cubre los extremos distales de los cuerpos cavernosos. El pronunciado borde

posterior del glande es la **corona**. En el vértice del glande del pene se localiza el orificio en forma de hendidura de la uretra, el **orificio uretral externo**.

El **prepucio** es un pliegue de piel en forma de capucha que cubre el glande. El **frenillo** es un pliegue de tejido que conecta el prepucio con el glande justo por debajo del orificio uretral.

Dos condensaciones de fascia profunda, el **ligamento suspensorio del pene**, se extienden inferiormente desde la línea alba y la sínfisis del pubis y se unen a la fascia del pene. Este ligamento ayuda a sostener el cuerpo del pene.

Vascularización

La **arteria pudenda externa**, una rama de la **arteria femoral**, irriga la piel y la fascia superficial del pene.

Las ramas de la **arteria pudenda interna** irrigan las porciones más profundas del pene. La **arteria profunda del pene** irriga los pilares y el cuerpo cavernoso (véase [fig. 10-13](#)). Este vaso da origen a las **arterias helicinas** en el tejido eréctil esponjoso de los cuerpos cavernosos. La **arteria del bulbo del pene** irriga el bulbo, el cuerpo esponjoso y el glande (véase [fig. 10-14](#)). Además, la **arteria dorsal del pene** discurre a lo largo de la cara posterior (dorsal) del pene, profunda a la fascia profunda, e irriga la piel y las fascias (véanse [figs. 10-13 y 10-16](#)).

Las venas se corresponden ampliamente con las arterias. Sin embargo, los cuerpos eréctiles drenan en los plexos venosos que desembocan en la única y larga **vena dorsal profunda del pene** (véanse [figs. 10-13 y 10-16](#)). Esta vena discurre inferior a la sínfisis del pubis, a través del hiato genital, y hacia el interior del **plexo venoso prostático** en la parte profunda de la cavidad pélvica.

Drenaje linfático

La piel del pene drena principalmente en el grupo medial de los **nódulos inguinales superficiales**. Los cuerpos eréctiles del pene drenan en los **nódulos ilíacos internos**.

Inervación

El **nervio pudendo** proporciona la inervación somática a los músculos esqueléticos y la piel del pene (véase [fig. 10-8](#)). El **plexo hipogástrico inferior** suministra fibras autónomas al músculo liso (incluido el músculo liso vascular de las arterias helicinas) del pene.

Escroto

El escroto es una bolsa en la porción inferior de la pared abdominal anterior (véase [fig. 10-21](#)). Contiene los testículos, los epidídimos y los extremos inferiores de los cordones espermáticos. La estructura del escroto, el descenso de los testículos y la formación del canal inguinal están estrechamente relacionados entre sí, por lo que todo esto se describe en detalle en el [capítulo 6](#).

Vascularización

Los plexos subcutáneos y las anastomosis arteriovenosas promueven la pérdida de calor y, por lo tanto, ayudan en el control de la temperatura de los testículos.

El escroto está irrigado por las **ramas pudendas externas** de la arteria femoral y las **ramas escrotales** de las arterias pudendas internas.

Las venas acompañan a las arterias correspondientes.

Drenaje linfático

La pared del escroto drena hacia el grupo medial de los **nódulos linfáticos inguinales superficiales**. Sin embargo, el contenido del escroto (testículos y epidídimos) drena superiormente hacia los **nódulos lumbares (paraaórticos)** a nivel de la vértebra L1. Esta disposición tiene sentido en el contexto del desarrollo de la región. Recuérdese que el testículo migra inferiormente hacia el escroto desde la pared abdominal posterior y a través del conducto inguinal, llevando consigo su vascularización y vasos linfáticos.

Inervación

El **nervio ilioinguinal** y el **ramo genital del nervio genitofemoral** inervan la cara anterior del escroto. Los **nervios pudendo y cutáneo femoral posterior** inervan su cara posterior. El nervio pudendo es el nervio principal en términos de cobertura.

Contenidos del espacio perineal superficial

El espacio perineal superficial en el hombre contiene lo siguiente (véanse [figs. 10-14, 10-16 y 10-17](#) y [tabla 10-1](#)):

- Las estructuras que forman la raíz del pene (bulbo y pilares).
- Los músculos que cubren las estructuras de la raíz (bulboesponjoso e isquiocavernoso).
- Los músculos transversos superficiales del periné.
- Los ramos del nervio pudendo y los vasos pudendos internos.

Músculos

Los **músculos bulboesponjosos**, uno a cada lado de la línea media, cubren el bulbo del pene y la porción posterior del cuerpo esponjoso (véase [fig. 10-17](#)). Su función es comprimir la porción peneana de la uretra y vaciarla de orina o semen residuales. Las fibras anteriores también comprimen la vena dorsal profunda del pene, lo que dificulta el drenaje venoso del tejido eréctil y, por lo tanto, ayuda en el proceso de erección del pene.

Los **músculos isquiocavernosos** cubren los pilares del pene a cada lado. La acción de cada músculo es comprimir los pilares del pene y ayudar en el proceso de erección.

Los **músculos transversos superficiales del periné** se localizan en la porción posterior del espacio perineal superficial. Cada músculo emerge de la rama isquiática y se inserta en el cuerpo perineal. La función de estos músculos

es fijar el cuerpo perineal en el centro del periné.

Nervios

El **ramo perineal del nervio pudendo** a cada lado termina en el espacio perineal superficial e inerva los músculos y la piel (véase [fig. 10-8](#)).

Cuerpo perineal

Esta pequeña masa de tejido fibroso se inserta en el centro del borde posterior de la membrana perineal (véanse [figs. 10-12](#) y [10-17](#)). Sirve como punto de inserción para los siguientes músculos: esfínter externo del ano, músculo bulboesponjoso y músculos transversos superficiales del periné.

Contenidos del espacio perineal profundo

Como se señaló anteriormente, la visión contemporánea es que el espacio perineal profundo es el área ubicada entre la membrana perineal y la fascia inferior del diafragma pélvico. El espacio perineal profundo en el hombre contiene la porción intermedia (membranosa) de la uretra, parte del esfínter externo de la uretra (el esfínter de la uretra), las glándulas bulbouretrales, los músculos transversos profundos del periné, los vasos pudendos internos y sus ramas, y los nervios dorsales del pene.

Porción intermedia (membranosa) de la uretra

La porción intermedia (membranosa) de la uretra mide unos 1,3 cm de largo, se localiza en el interior y está rodeada por la porción inferior del esfínter externo de la uretra. Es continua superiormente con la **uretra prostática** e inferiormente con la **uretra esponjosa (peneana)**. Es la porción más corta y menos dilatable de la uretra (véase [fig. 10-14](#)).

Músculo del esfínter de la uretra

El **esfínter externo de la uretra** es una estructura compleja compuesta de varias partes. Su porción superior, más grande y más verticalmente orientada se extiende superiormente a lo largo de la uretra prostática hasta el cuello de la vejiga. La acción de esta sección del músculo en la uretra prostática es algo incierta. Solo la porción inferior del esfínter externo (es decir, la porción entre la membrana perineal y la próstata) parece formar una verdadera unidad con forma de esfínter que rodea la porción intermedia de la uretra. Este segmento del esfínter externo puede denominarse **músculo del esfínter de la uretra** (véase [fig. 10-14](#)). Comprime la porción intermedia de la uretra y se relaja durante la micción. Este es el esfínter de la uretra voluntario. El **ramo perineal del nervio pudendo** inerva el esfínter de la uretra.

Glándulas bulbouretrales

Las glándulas bulbouretrales son dos glándulas pequeñas que se localizan en el espacio perineal profundo, insertadas en el músculo esfínter de la uretra (véase [fig. 10-14](#)). Sus canales perforan la membrana perineal y entran en la porción peneana de la uretra. Vierten su secreción en la uretra en respuesta a la estimulación erótica.

Músculos transversos profundos del periné

Los músculos transversos profundos del periné forman una masa plana similar a una lámina que yacen superiores a la porción posterior de la membrana perineal y posteriores al esfínter de la uretra. Cada músculo nace de la rama isquiática y pasa medialmente para insertarse en el cuerpo perineal. Estos músculos pueden ayudar a fijar el cuerpo perineal, pero carecen de relevancia clínica.

Arteria pudenda interna

La arteria pudenda interna (véase [fig. 10-14](#)) perfora la membrana perineal, entra en el espacio perineal profundo y discurre anteriormente. Da origen a la arteria del bulbo del pene, la arteria del pene a los pilares del pene, y la arteria dorsal del pene, que irriga la piel y la fascia del pene.

Nervio dorsal del pene

El nervio dorsal del pene discurre anteriormente a través del espacio perineal profundo e inerva la piel del pene (véanse [figs. 10-14](#) y [10-16](#)).

Erección del pene

La erección en el hombre se produce de manera gradual como consecuencia de diversos estímulos sexuales. La vista, el sonido, el olfato y otros estímulos psíquicos placenteros, fortalecidos posteriormente por estímulos sensoriales sobre la piel general del cuerpo y la piel genital, provocan un bombardeo del sistema nervioso central a partir de diversos estímulos aferentes. Los impulsos nerviosos eferentes discurren inferiormente a través de la médula espinal hacia la eferencia parasimpática en los **nervios espláncnicos pélvicos** (segmentos segundo, tercero y cuarto del sacro). Las fibras preganglionares parasimpáticas entran en los **plexos hipogástricos inferiores** y hacen sinapsis en las neuronas posganglionares. Las fibras posganglionares discurren a través del **plexo del nervio prostático** (una subdivisión del plexo hipogástrico inferior), se unen a los **nervios cavernosos** (ramos del plexo prostático), perforan el suelo pélvico, se unen a las arterias pudendas, y se distribuyen a lo largo de sus ramas, que entran en el tejido eréctil en la raíz del pene. La estimulación parasimpática provoca la vasodilatación de las **arterias helicinas**, lo que produce un gran aumento del flujo sanguíneo a través de los espacios cavernosos del tejido eréctil. Los cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso se llenan de sangre y se expanden, comprimiendo sus venas de drenaje contra la fascia circundante. Por este medio, el flujo de salida de sangre desde el tejido eréctil se retrasa, de modo

que la presión interna se incrementa y mantiene aún más. El pene aumenta así en longitud y diámetro y asume la posición erecta.

Una vez que se alcanza el clímax de la excitación sexual y se produce la eyaculación, o si la excitación pasa o se inhibe, las arterias helicinales sufren una vasoconstricción. El pene vuelve, entonces, a su estado flácido.

Eyaculación

Con el aumento de la excitación sexual, el orificio uretral externo del glande del pene se humedece como resultado de las secreciones de las glándulas bulbouretrales.

La fricción sobre el glande del pene, reforzada por otros impulsos nerviosos aferentes, produce una descarga a lo largo de las fibras nerviosas simpáticas al músculo liso de los canales de los epidídimos y los canales deferentes a cada lado, las vesículas seminales y la próstata. El músculo liso se contrae, y los espermatozoides, junto con las secreciones de las vesículas seminales y la próstata, son expulsados en la uretra prostática. El líquido ahora se une a las secreciones de las glándulas bulbouretrales y las glándulas uretrales del pene y posteriormente es expulsado de la uretra del pene como resultado de las contracciones rítmicas de los músculos bulboesponjosos, que comprimen la uretra. Mientras tanto, el esfínter de la uretra interno de la vejiga se contrae y el músculo detrusor se relaja, evitando el reflujo de los espermatozoides hacia la vejiga (**eyaculación retrógrada**). Los espermatozoides y las secreciones de varias glándulas accesorias constituyen el **líquido seminal** o **semen**.

En el clímax de la excitación sexual masculina, se produce una descarga masiva de impulsos nerviosos en el sistema nervioso central. Los impulsos pasan por la médula espinal hacia la eferencia simpática (T1 a L2). Se considera que los impulsos nerviosos que pasan a los órganos genitales dejan la médula en los segmentos lumbares primero y segundo, en las fibras simpáticas preganglionares. Muchas de estas fibras hacen sinapsis con las neuronas posganglionares en los ganglios lumbares primero y segundo. Otras fibras pueden hacer sinapsis en los ganglios de las regiones lumbares o pélvicas inferiores de los troncos simpáticos. Las fibras posganglionares se distribuyen por el canal deferente, las vesículas seminales y la próstata a través de los plexos hipogástricos inferiores.

Uretra masculina

La uretra masculina mide aproximadamente 20 cm de largo y se extiende desde el cuello de la vejiga hasta el orificio externo en el glande del pene (véase [fig. 10-4](#)). Se divide en tres partes: prostática, intermedia (membranosa) y esponjosa (peneana).

La **uretra prostática** se describe en el [capítulo 9](#). Mide unos 3 cm de largo y pasa a través de la próstata desde la base hasta el vértice (véanse [figs. 10-4 y 10-14](#)). Constituye la porción más ancha y dilatada de toda la uretra.

La uretra **intermedia (membranosa)** mide cerca de 1,25 cm de largo y pasa a través del esfínter de la uretra muscular y la membrana perineal. Se trata de la porción menos dilatada de la uretra (véanse [figs. 10-4](#) y [10-14](#)).

La **uretra esponjosa (peneana)** mide unos 15,75 cm de largo y discurre a través del bulbo y el cuerpo esponjoso del pene (véanse [figs. 10-4](#), [10-14](#) y [10-16](#)). El orificio externo es la parte más estrecha de toda la uretra. La parte de la uretra que se localiza dentro del glande del pene se dilata para formar la **fosa navicular** (véanse [figs. 10-4](#) y [10-13](#)). Las glándulas bulbouretrales se abren hacia la uretra del pene por debajo de la membrana perineal.



Notas clínicas

Circuncisión

La circuncisión es un procedimiento en el que se extirpa la mayor parte del prepucio. En muchos niños recién nacidos, el prepucio no puede retraerse sobre el glande. Ello puede desencadenar la infección de las secreciones por debajo del prepucio, lo que lleva a inflamación, edema y fibrosis del prepucio. La inflamación repetida conduce a la estrechez del orificio del prepucio (**fimosis**), con obstrucción de la micción. En la actualidad, la creencia generalizada es que la inflamación crónica del prepucio predispone a carcinoma del glande del pene. Por ello, la circuncisión profiláctica se practica de forma habitual. Asimismo, es un rito religioso en ciertas creencias.

Cateterismo

Antes de introducir un catéter u otro instrumento a lo largo de la uretra masculina, es importante recordar estos datos anatómicos:

- El orificio externo en el glande del pene es la parte más estrecha de toda la uretra.
- Dentro del glande, la uretra se dilata para formar la **fosa navicular**.
- Cerca del extremo posterior de la fosa, un pliegue de la membrana mucosa se proyecta hacia la luz desde el techo (véase [fig. 10-13](#)).
- La parte intermedia (membranosa) de la uretra es estrecha y fija.
- La parte prostática de la uretra es la más ancha y más dilatada de la uretra.
- Al mantener el pene hacia arriba, la curva en forma de “S” hacia la uretra se convierte en una curva en forma de “J”.

En una uretra sana, si la punta del catéter o sonda pasa a través del orificio externo y luego se dirige hacia el suelo de la uretra hasta que haya pasado el pliegue de la mucosa, este debería poder pasar fácilmente a través de la uretra hacia la vejiga.

Anatomía del procedimiento

El procedimiento se realiza como sigue:

1. El paciente se coloca en posición supina.
2. Con una tracción suave, el pene se mantiene erguido en ángulo recto con respecto a la pared abdominal anterior. El catéter o sonda lubricado se introduce a través del estrecho orificio uretral externo. El catéter debe pasar con facilidad a lo largo de la uretra esponjosa (peneana). Al llegar a la parte intermedia (membranosa) de la uretra, debe notarse una ligera resistencia provocada por el tono del esfínter externo de la uretra y la rígida membrana perineal circundante.
3. Luego se baja el pene hacia los muslos, y el catéter se empuja suavemente a través del esfínter.
4. El paso del catéter o sonda a través de la parte prostática de la uretra y el cuello de la vejiga debe ser fácil.

Infección de la uretra

La parte más inferior de la uretra masculina es la localizada dentro del bulbo. Este punto es

susceptible de inflamación crónica y formación de estenosis.

Las numerosas glándulas que se abren hacia la uretra, incluidas las de la próstata, las glándulas bulbouretrales y muchas pequeñas glándulas uretrales del pene, son con frecuencia sitios de una infección gonocócica crónica.

Las lesiones en el pene pueden ocurrir como resultado de un traumatismo cerrado, un traumatismo penetrante o una estrangulación. La amputación completa del pene debe repararse mediante anastomosis utilizando técnicas microquirúrgicas con el propósito de restablecer la continuidad de los vasos sanguíneos principales.

Rotura de la uretra

La rotura de la uretra puede complicar un fuerte golpe en el periné. El sitio más frecuente de rotura se localiza dentro del bulbo del pene, justo por debajo de la membrana perineal. La orina se extravasa hacia el espacio perineal superficial y luego pasa por el escroto por debajo de la capa membranosa de la fascia superficial, como se describe en el [capítulo 6](#). Si la parte intermedia (membranosa) de la uretra se rompe, la orina se filtra hacia el espacio perineal profundo y puede extravasarse superiormente alrededor de la próstata y la vejiga o inferiormente hacia el espacio perineal superficial.

Erección y eyaculación después de lesiones de la médula espinal

Los nervios parasimpáticos que se originan en los segmentos sacros segundo, tercero y cuarto de la médula espinal controlan la erección del pene. El daño bilateral de los tractos nerviosos reticuloespinales en la médula espinal desencadena la pérdida de la erección. Posteriormente, cuando los efectos del *shock* medular han desaparecido, puede producirse una erección espontánea o refleja si los segmentos sacros de la médula espinal están intactos.

Los nervios simpáticos que se originan en los segmentos lumbares primero y segundo de la médula espinal controlan la eyaculación. Como en el caso de la erección, el daño bilateral grave a la médula espinal provoca la pérdida de la eyaculación. Posteriormente, puede producirse eyaculación refleja en pacientes con transecciones medulares en las regiones torácica o cervical.

TRIÁNGULO UROGENITAL FEMENINO

En la mujer, el triángulo urogenital contiene los genitales externos y los orificios de la uretra y la vagina.

Vulva

El término *vulva* es el término colectivo que engloba el área de los genitales externos femeninos. Los genitales externos incluyen el monte del pubis, labios pudendos mayores y menores, el clítoris, el vestíbulo, los bulbos del vestíbulo y las glándulas vestibulares mayores. El **vestíbulo** es el espacio específico posterior al glande del clítoris y entre los labios pudendos menores. Contiene las aberturas de la uretra, la vagina y los canales de las glándulas vestibulares mayores y menores. Al final de este capítulo, en *Anatomía de superficie*, se describen el monte del pubis, los labios pudendos mayores y los labios pudendos menores.

Vascularización

Las ramas de las arterias pudendas externas e internas en cada lado irrigan la vulva.

Drenaje linfático

La piel de la vulva drena hacia el grupo medial de los nódulos inguinales superficiales.

Inervación

Los nervios ilioinguinales y el ramo genital de los nervios genitofemorales inervan las caras anteriores de la vulva. Los ramos de los nervios perineales y los nervios cutáneos femorales posteriores inervan sus caras posteriores.

Clítoris

El clítoris es el órgano fálico femenino, que se corresponde al pene en el varón. Está situado en posición anterior, en el vértice del vestíbulo. Su estructura es similar a la del pene.

Raíz del clítoris

La raíz del clítoris se compone de dos columnas de tejido eréctil, los **cuerpos cavernosos derecho e izquierdo**, y el **músculo isquiocavernoso** que rodea a cada uno ([fig. 10-18](#); véase también [fig. 10-15](#)). Estos pares de unidades forman los **pilares** del clítoris, que se corresponden con los del pene.

Cuerpo del clítoris

Los dos cuerpos cavernosos se unen de lado a lado por debajo de la sínfisis del pubis, encerrados en denso tejido conjuntivo, formando así el cuerpo del clítoris (véase [fig. 10-18](#)).

Glande del clítoris

El glande del clítoris es una pequeña masa de tejido eréctil que cubre el cuerpo del clítoris (véase [fig. 10-18](#)). Se conecta con los bulbos del vestíbulo por bandas muy pequeñas de tejido eréctil. El **prepucio** cubre parcialmente el glande. El epitelio del glande tiene numerosas terminaciones sensitivas y es la parte más sensible del clítoris.

Vascularización, drenaje linfático e inervación

La vascularización, el drenaje linfático y la inervación siguen patrones prácticamente idénticos tanto en el clítoris como en el pene. La **arteria pudenda interna** irriga el clítoris y la mayor parte del área circundante. La linfa drena directamente a los **nódulos linfáticos ilíacos internos** o a los nódulos linfáticos inguinales profundos. Los ramos del **nervio pudendo** transportan fibras sensitivas desde el clítoris y proporcionan inervación motora a los músculos esqueléticos relacionados (isquiocavernosos).

Bulbos del vestíbulo

Los bulbos del vestíbulo son cuerpos pares de tejido erectil ubicados a cada lado del vestíbulo, profundos de los labios pudendos menores (véase [fig. 10-18](#)). Un **músculo bulboesponjoso** cubre cada bulbo. Los bulbos se insertan en la cara inferior de la membrana perineal. Anteriormente, los bulbos se conectan entre sí y con el glande del clítoris a través de bandas muy pequeñas de tejido eréctil. Los dos bulbos del vestíbulo se corresponden con el bulbo único del pene, pero separados por la vagina (véase [fig. 10-21](#)).

Glándulas vestibulares mayores

Las glándulas vestibulares mayores son un par de pequeñas glándulas secretoras de moco ubicadas por debajo de la cubierta de las porciones posteriores de los bulbos del vestíbulo (véanse [figs. 10-15](#) y [10-18](#)). Cada una dreña sus secreciones en el vestíbulo por un pequeño conducto, que se abre hacia el surco entre el himen ([fig. 10-19](#)) y la cara posterior de los labios pudendos menores. Estas glándulas secretan moco lubricante durante las relaciones sexuales. Las glándulas vestibulares mayores son homólogas a las glándulas bulbouretrales masculinas.

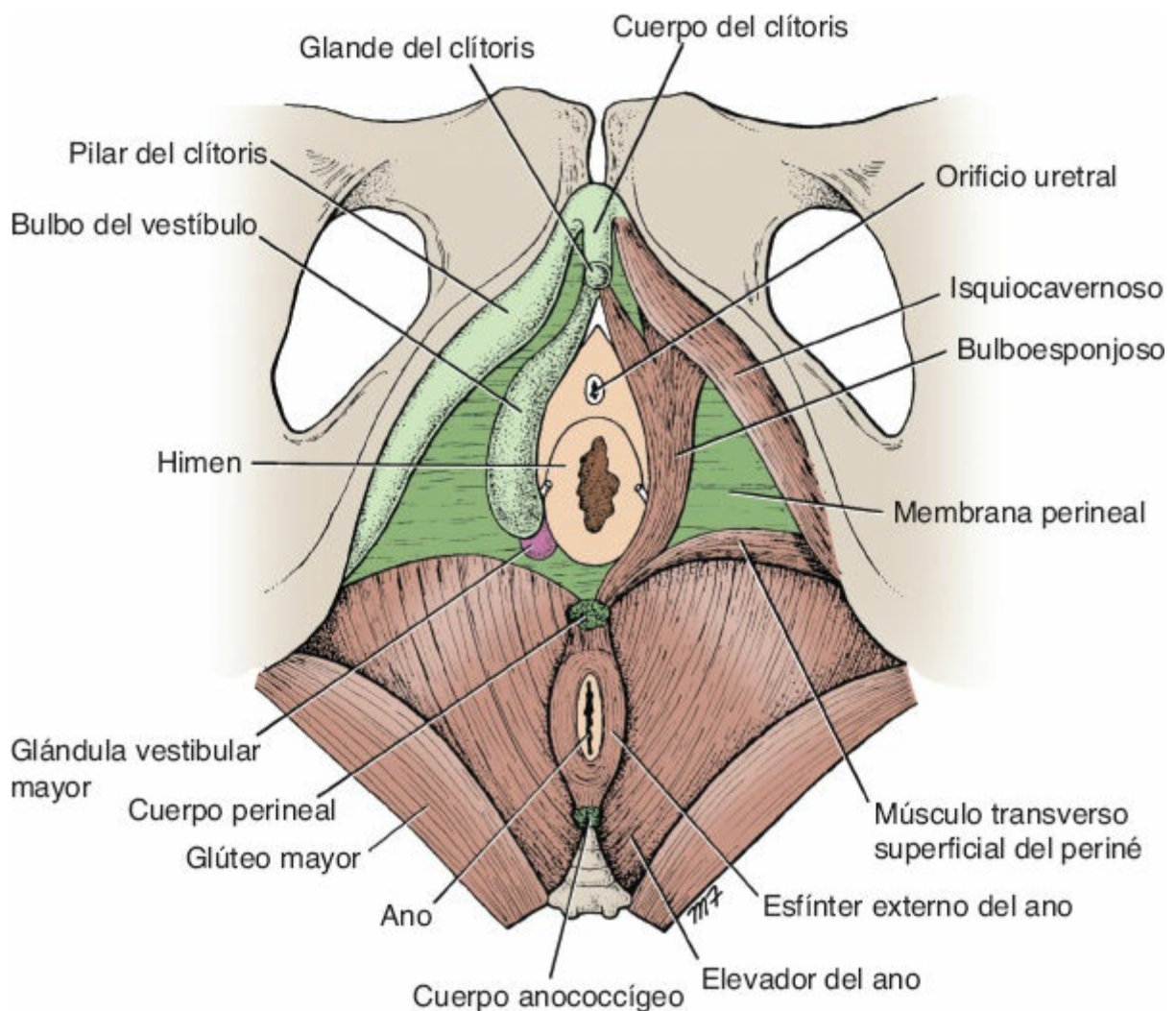


Figura 10-18 Raíz y cuerpo del clítoris y los músculos perineales.

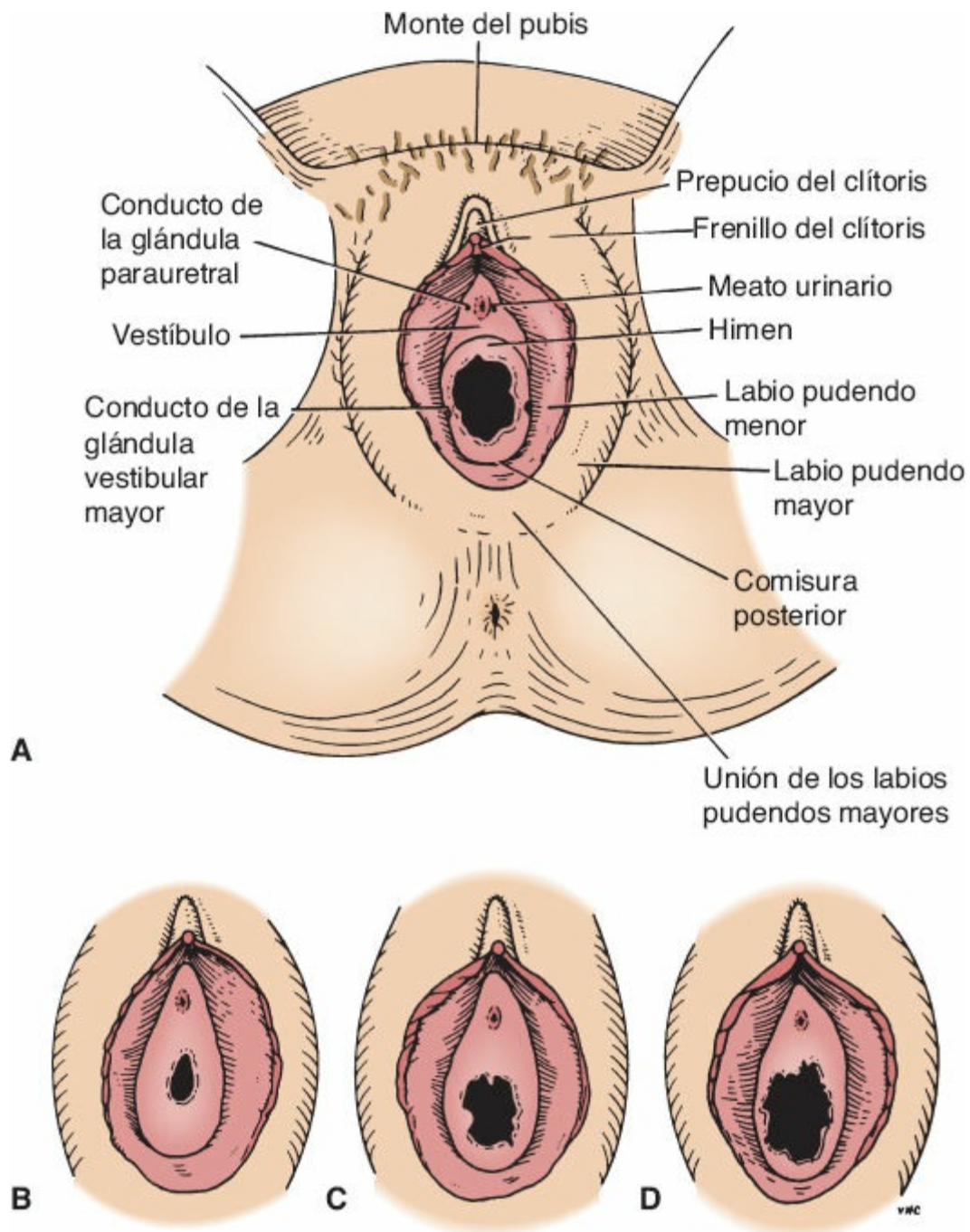


Figura 10-19 Vulva (A). Obsérvense los diferentes aspectos del himen en una mujer que no ha tenido relaciones sexuales (B), una mujer que ha tenido relaciones sexuales (C) y una mujer multípara (D).

Contenidos del espacio perineal superficial

Al igual que en hombres, el espacio perineal superficial en mujeres abarca la zona entre la fascia perineal superficial y la membrana perineal (véase fig. 10-15). Contiene principalmente estructuras comparables a las del espacio superficial masculino. Una diferencia sexual notable es que las glándulas vestibulares mayores femeninas se localizan en el espacio superficial, mientras

que las glándulas bulbouretrales masculinas están ubicadas en el espacio perineal profundo.

Contenidos

- Los bulbos del vestíbulo junto con los músculos bulboesponjosos.
- Los pilares del clítoris junto con los músculos isquiocavernosos.
- Los músculos transversos superficiales del periné.
- Los vasos y nervios perineales.
- Las glándulas vestibulares mayores.

Músculos

El **músculo bulboesponjoso** rodea el orificio vaginal y cubre los bulbos del vestíbulo (véanse [figs. 10-15](#) y [10-18](#); véase también [tabla 10-1](#)). Sus fibras se extienden anteriormente para fijarse en los cuerpos cavernosos del clítoris. El músculo bulboesponjoso reduce el tamaño del orificio vaginal y comprime la vena dorsal profunda del clítoris, ayudando así al mecanismo de erección en el clítoris.

El **músculo isquiocavernoso** de cada lado cubre el pilar del clítoris. La contracción de este músculo ayuda a producir la erección del clítoris.

Los **músculos transversos superficiales del periné** tienen la misma estructura y función que en hombres.

Inervación

El ramo perineal del nervio pudendo de cada lado termina en el espacio perineal superficial, donde inerva los músculos y la mayor parte de la piel (véase [fig. 10-8](#)).

Cuerpo perineal

El cuerpo perineal es más grande que el del hombre y es clínicamente relevante. Es una masa de tejido fibroso en forma de cuña situada entre el extremo inferior de la vagina y el canal anal (véanse [figs. 10-4](#) y [10-18](#)). Es el punto de unión de muchos músculos perineales (como en el hombre), incluidos los músculos elevadores del ano. Estos últimos ayudan al cuerpo perineal a sostener la pared posterior de la vagina.

Contenidos del espacio perineal profundo

Como se señaló antes, en la actualidad se considera que el espacio perineal profundo se localiza en el área ubicada entre la membrana perineal y la fascia inferior del diafragma pélvico. En la mujer, el espacio perineal profundo contiene parte de la uretra, el esfínter externo de la uretra, parte de la vagina, ramas de los vasos pudendos internos y ramos del nervio pudendo.

Recuérdese que el **esfínter uretral externo** es una estructura compleja compuesta por varias partes. En mujeres, la porción superior, orientada más

verticalmente, se extiende a lo largo de la uretra hasta el cuello de la vejiga. La porción inferior forma una unidad verdadera, similar a un esfínter, que rodea la uretra. Se denomina **músculo del esfínter de la uretra**. Otras porciones adicionales que se extienden desde el esfínter se relacionan con la uretra o la vagina. Estas extensiones pueden denominarse *músculos compresores de la uretra y uretrovaginales*. En las mujeres no existe un **esfínter interno de la uretra**.

Típicamente, las mujeres no poseen **músculos transversos profundos del periné**. En su lugar, una masa del músculo discurre a lo largo del borde posterior de la membrana perineal y se une al cuerpo perineal.

La organización del aporte neurovascular al espacio peri-neal profundo es la misma que en hombres (*véase* el texto previo que describe el contenido del espacio perineal profundo).

Erección del clítoris

La estimulación sexual produce ingurgitación sanguínea del tejido eréctil dentro del clítoris exactamente de la misma manera que en el hombre (*véase* la descripción previa de la erección del pene).

Orgasmo femenino

A medida que aumenta la excitación sexual, las paredes vaginales se humedecen debido a la transudación de líquido a través de la membrana mucosa congestionada. Además, las glándulas vestibulares mayores en el orificio vaginal secretan moco lubricante.

La porción superior de la vagina, ubicada en la cavidad pélvica, posee inervación aferente visceral a través de los plexos hipogástricos; esta región es sensible solo al estiramiento. Sin embargo, la región del orificio vaginal, los labios pudendos menores y el clítoris posee inervación aferente somática a través de los nervios ilioinguinales y los nervios dorsales del clítoris; estas regiones son extremadamente sensibles al tacto.

La adecuada estimulación sexual de estas áreas sensibles, reforzada por impulsos nerviosos aferentes de las mamas y otras regiones, resulta en un clímax de impulsos sensoriales placenteros que alcanzan el sistema nervioso central. Después, los impulsos discurren inferiormente por la médula espinal hacia la eferencia simpática (T1 a L2).

Se cree que los impulsos nerviosos que pasan a los órganos genitales salen de la médula en los segmentos lumbares primero y segundo en las fibras simpáticas preganglionares. Muchas de estas fibras hacen sinapsis con neuronas posganglionares en los ganglios lumbares primero y segundo; otras fibras pueden hacer sinapsis en los ganglios de las regiones lumbares o pélvicas inferiores de los troncos simpáticos. Las fibras posganglionares se distribuyen luego al músculo liso de la pared vaginal, que se contrae rítmicamente. Además, los impulsos nerviosos viajan por los nervios pudendos (S2-S4) para alcanzar los

músculos bulboesponjosos e isquiocavernosos, que también experimentan contracciones rítmicas.

Uretra femenina

La uretra femenina mide unos 3,8 cm de largo. Se extiende desde el cuello de la vejiga (**orificio uretral interno**) hasta el vestíbulo (**orificio uretral externo**), donde se abre a unos 2,5 cm por detrás del clítoris (véanse [figs. 10-4B](#), [10-18](#) y [10-19](#)). Pasa a través del hiato genital del diafragma pélvico, el esfínter de la uretra y la membrana perineal. Se localiza inmediatamente anterior a la vagina y forma una protuberancia palpable en la pared vaginal anterior. Las pequeñas aberturas de los canales de las glándulas vestibulares menores (parauretrales) se ubican a los lados del orificio uretral externo. La uretra puede dilatarse con relativa facilidad.

Glándulas vestibulares menores (parauretrales)

Las glándulas vestibulares menores (parauretrales) se localizan a cada lado del vestíbulo. Se abren en el vestíbulo a través de pequeños canales a ambos lados del orificio uretral externo (véase [fig. 10-19](#)). Estas glándulas corresponden a la próstata en el hombre.

Vagina

La *vagina* es el canal genital femenino, el canal excretor para el flujo menstrual del útero y parte del canal del parto. Este tubo muscular se extiende posterosuperiormente entre la vulva y el útero (véase [fig. 10-4B](#)). Mide unos 8 cm de largo. El cuello uterino perfora su pared anterior superior. El orificio vaginal en una mujer que no ha tenido relaciones sexuales presenta un delgado pliegue de mucosa denominado *himen*, que está perforado en su centro (véase [fig. 10-19B](#)). La mitad superior de la vagina se localiza superior al suelo pélvico dentro de la pelvis verdadera, entre la vejiga anteriormente y el recto posteriormente (véase [fig. 10-4B](#)). La mitad inferior se localiza dentro del periné, entre la uretra anteriormente y el canal anal posteriormente (véanse [figs. 10-4B](#) y [10-18](#)).

Sostén vaginal

- **Tercio superior.** Músculos elevadores del ano y ligamentos cervical transversos, pubocervical y sacrocervical.
- **Tercio medio.** Membrana perineal.
- **Tercio inferior.** Cuerpo perineal.

Vascularización

Las **arterias vaginales**, ramas de las arterias ilíacas internas, y las **ramas vaginales de la arteria uterina**, irrigan la vagina.

Las venas drenan en las venas ilíacas internas.

Drenaje linfático

- **Tercio superior.** Nódulos linfáticos ilíacos internos y externos.
- **Tercio medio.** Nódulos linfáticos ilíacos internos.
- **Tercio inferior.** Nódulos linfáticos inguinales superficiales.

Inervación

Los nervios de los plexos hipogástricos inferiores inervan la vagina.



Notas clínicas

Infección de la vulva

La presencia de numerosas glándulas y canales que se abren a la superficie en la vulva hace que esta área sea propensa a infecciones. Pueden infectarse las glándulas sebáceas de los labios pudendos mayores, los canales de las glándulas vestibulares mayores, la vagina (que se comunica de manera indirecta con la cavidad peritoneal), la uretra y las glándulas vestibulares menores. La vagina en sí no tiene glándulas y está revestida con epitelio pavimentoso estratificado. Siempre que el pH de su interior se mantenga bajo, puede ser notablemente resistente a infecciones.

Vulva y embarazo

Un signo importante en el diagnóstico de embarazo es la presencia de una decoloración azulada de la vulva y la vagina como resultado de la congestión venosa. Aparece en la semana 8-12 y aumenta a medida que avanza el embarazo.

Infección de la uretra

La corta longitud de la uretra femenina la predispone a infecciones ascendentes. Por lo tanto, la **cistitis** es más frecuente en mujeres que en hombres.

Lesiones de la uretra

Las lesiones de la uretra son poco frecuentes debido a su corta longitud. En las fracturas de la pelvis, las fuerzas de cizallamiento pueden dañar la uretra a medida que emerge de la membrana perineal fija.

Cateterismo

Debido a que la uretra femenina es más corta, más ancha y más dilatable, el cateterismo es mucho más fácil que en hombres. Además, la uretra es recta, y solo se nota una ligera resistencia cuando el catéter pasa a través del esfínter externo de la uretra.

Exploración vaginal

El tacto vaginal puede proporcionar al médico una gran cantidad de información valiosa sobre la salud de las paredes vaginales, el útero y las estructuras circundantes (véase [fig. 10-4](#)). Por lo tanto, el profesional de la salud debe conocer bien las relaciones anatómicas de la vagina; se analizan en detalle en el [capítulo 9](#).

Lesión del periné durante el nacimiento

El **cuerpo perineal** es una masa de tejido fibromuscular ubicada entre la porción inferior de la vagina y el canal anal (véanse [figs. 10-4B](#) y [10-18](#)). Mantiene su posición por la inserción de los músculos perineales y la unión de los músculos elevadores del ano. Es una estructura mucho más

grande en la mujer que en el hombre, y sirve para sostener la pared posterior de la vagina. El daño por laceración durante el parto puede producir debilidad permanente del suelo pélvico.

Durante el parto, la mayoría de las mujeres sufren algún tipo de lesión en el conducto vaginal. En general, se trata solo de excoriaciones de la pared vaginal posterior. El parto espontáneo en una paciente no atendida puede provocar un desgarro grave del tercio inferior de la pared posterior de la vagina, el cuerpo perineal y la piel que lo reviste. En desgarros graves, las laceraciones pueden extenderse posteriormente hacia el canal anal y dañar el esfínter externo. En estos casos, es imperativo que se reparen las paredes del canal anal, la vagina y el cuerpo perineal lo antes posible.

Durante el parto, si el obstetra evidencia que el periné se rasgará antes de que la cabeza del feto emerja a través del orificio vaginal, debe realizarse una incisión quirúrgica planificada a través de la piel perineal en dirección posterolateral para evitar los esfínteres anales. Este procedimiento se conoce como **episiotomía** (véase [fig. 10-11C](#)). El parto de nalgas y los que requieren fórceps suelen ir precedidos de una episiotomía.

Bloqueo del nervio pudendo

El área anestesiada es la piel del periné. Sin embargo, este bloqueo nervioso no elimina por completo la sensación de la porción anterior del periné, que también está inervada por los nervios ilioinguinal y genitofemoral. Tampoco elimina el dolor de las contracciones uterinas que ascienden a la médula espinal a través de los nervios aferentes viscerales que siguen a los nervios simpáticos.

Indicaciones

Durante la segunda etapa de un trabajo de parto difícil, cuando la parte que se presenta del feto, generalmente la cabeza, desciende a través de la vulva, puede ser necesario el parto con fórceps y la episiotomía.

Procedimiento transvaginal

La referencia ósea empleada es la **espina ciática** ([fig. 10-20](#)). El dedo índice se introduce en la vagina para palpar la espina ciática. La aguja de la jeringa se introduce luego a través de la mucosa vaginal hacia la espina ciática. Al pasar a través del **ligamento sacroespinoso**, la solución anestésica se inyecta alrededor del nervio pudendo.

Procedimiento perineal

La referencia ósea es la **tuberosidad isquiática** (véase [fig. 10-20](#)). Ésta se palpa por vía subcutánea a través de la nalga, y la aguja se introduce en el **canal pudendo** a lo largo del lado medial de la tuberosidad. El canal se localiza a unos 2,5 cm profundo a la superficie libre de la tuberosidad isquiática. Luego se infiltra el anestésico local alrededor del nervio pudendo.

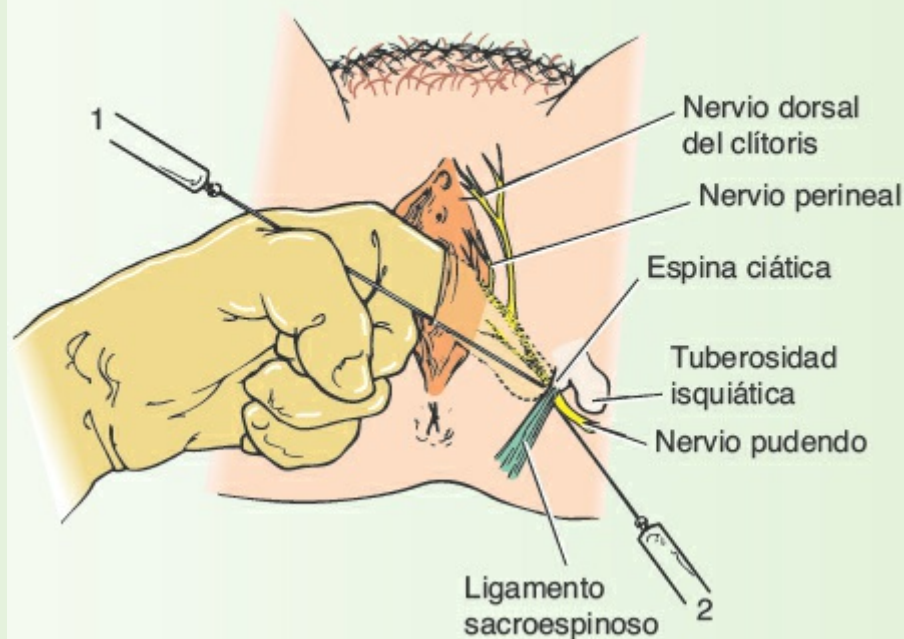


Figura 10-20 Bloqueo del nervio pudendo. (1) Método transvaginal. La aguja se introduce a través de la mucosa vaginal hacia la columna vertebral. Una vez que la aguja atraviesa el ligamento sacroespinoso, se inyecta la solución anestésica alrededor del nervio pudendo. (2) Método perineal. La tuberosidad isquiática se palpa por vía subcutánea a través del glúteo. La aguja se introduce en el lado medial de la tuberosidad isquiática hasta una profundidad de unos 2,5 cm desde la superficie libre de la tuberosidad. La anestesia se inyecta alrededor del nervio pudendo.



Notas embriológicas

Desarrollo de los genitales externos

Al principio del desarrollo, el mesénquima embrionario crece alrededor de la membrana cloacal y hace que el ectodermo suprayacente se eleve para formar tres protrusiones. Una de ellas se origina entre la membrana cloacal y el cordón umbilical en la línea media, se denomina **tubérculo genital** (fig. 10-21). En cada lado de la membrana, aparece otra protuberancia, denominada **pliegue genital**. En la séptima semana, el tubérculo genital se alarga para formar el **glande**. La porción anterior de la membrana cloacal, la **membrana urogenital**, se rompe y el seno urogenital se abre hacia la superficie. Las células endodérmicas del seno urogenital proliferan y crecen en la raíz del falo, formando una **placa uretral**. Mientras tanto, un segundo par de protuberancias laterales, las **prominencias genitales**, aparecen en posición lateral a los pliegues genitales. En esta etapa de desarrollo, los genitales de ambos sexos son idénticos.

Genitales masculinos

En el hombre, el **falo** se alarga rápidamente y tira anteriormente de los pliegues genitales, sobre su cara ventral, de modo que se forman los bordes laterales de una hendidura, el **surco uretral** (fig. 10-22). La placa uretral endodérmica forma el suelo del surco. La uretra esponjosa (peneana) se desarrolla como resultado de la fusión progresiva de los dos pliegues genitales a lo largo del cuerpo del falo hasta la raíz del glande del pene. Durante el cuarto mes, el resto de la uretra en el glande se desarrolla a partir de un brote de células ectodérmicas de la punta del glande. Este cordón de células luego se canaliza, de modo que la uretra esponjosa se abre en la punta del glande.

El **prepucio** se forma a partir de un pliegue de piel en la base del glande (véanse [figs. 10-21 y 10-22](#)). El pliegue de piel permanece adherido a la cara ventral de la raíz del glande para formar el **frenillo**. El tejido eréctil, es decir, el cuerpo esponjoso y los cuerpos cavernosos, se desarrolla dentro del núcleo mesenquimatoso del pene.

Genitales femeninos

Los cambios en la mujer son menos extensos que los del hombre. El falo se dobla y forma el clítoris (véase [fig. 10-21](#)). Los pliegues genitales no se fusionan para constituir la uretra, como en el varón, sino que se desarrollan los **labios pudendos menores**. El agrandamiento de las prominencias genitales forma los **labios pudendos mayores**.

Estenosis del orificio

El orificio urinario externo suele ser la parte más estrecha de la uretra masculina, pero en ocasiones la abertura es excesivamente pequeña y puede causar un efecto de contra presión en todo el sistema urinario. En casos graves, es necesario dilatar el orificio mediante una incisión.

Hipospadias

El hipospadias es la anomalía congénita más frecuente en la uretra masculina. En esta alteración, el orificio uretral externo se ubica en la cara ventral o inferior del pene, en cualquier lugar entre el glande y el periné. Hay cinco grados de gravedad, el primero de los cuales es el más frecuente: 1) glandular, 2) coronal, 3) peneano, 4) penoescrotal y 5) perineal ([fig. 10-23](#)). En todos los casos, excepto en el primer tipo, el pene está curvado en dirección inferior o ventral, una afección que se denomina **acor damiento** (*chordee*).

Los tipos 1 y 2 se deben a un fallo en el brote de células ectodérmicas de la punta del glande para crecer en la sustancia del glande y unirse a las células endodérmicas que recubren la uretra esponjosa. Los tipos 3, 4 y 5 se deben a un fallo en la unión de los pliegues genitales en la porción inferior del pene en desarrollo, la cual transforma el surco uretral en la uretra esponjosa. En la variedad penoescrotal, no se produce la fusión completa de las prominencias genitales, por lo que el orificio meatal se produce en la línea media del escroto.

Epispadias

El epispadias es una alteración relativamente rara que se da con más frecuencia en hombres. Cuando así ocurre, el orificio externo está situado en la cara dorsal o superior del pene, entre el glande y la pared abdominal anterior ([fig. 10-24](#)). El tipo más grave se asocia con extrofia vesical. En la mujer, la uretra se divide dorsalmente y se asocia con un doble clítoris. Se cree que el epispadias se debe a un fallo en el desarrollo del mesénquima embrionario en la porción inferior de la pared abdominal anterior, de modo que cuando la membrana cloacal se degrada, el seno urogenital se abre hacia la superficie de la cara craneal del pene.

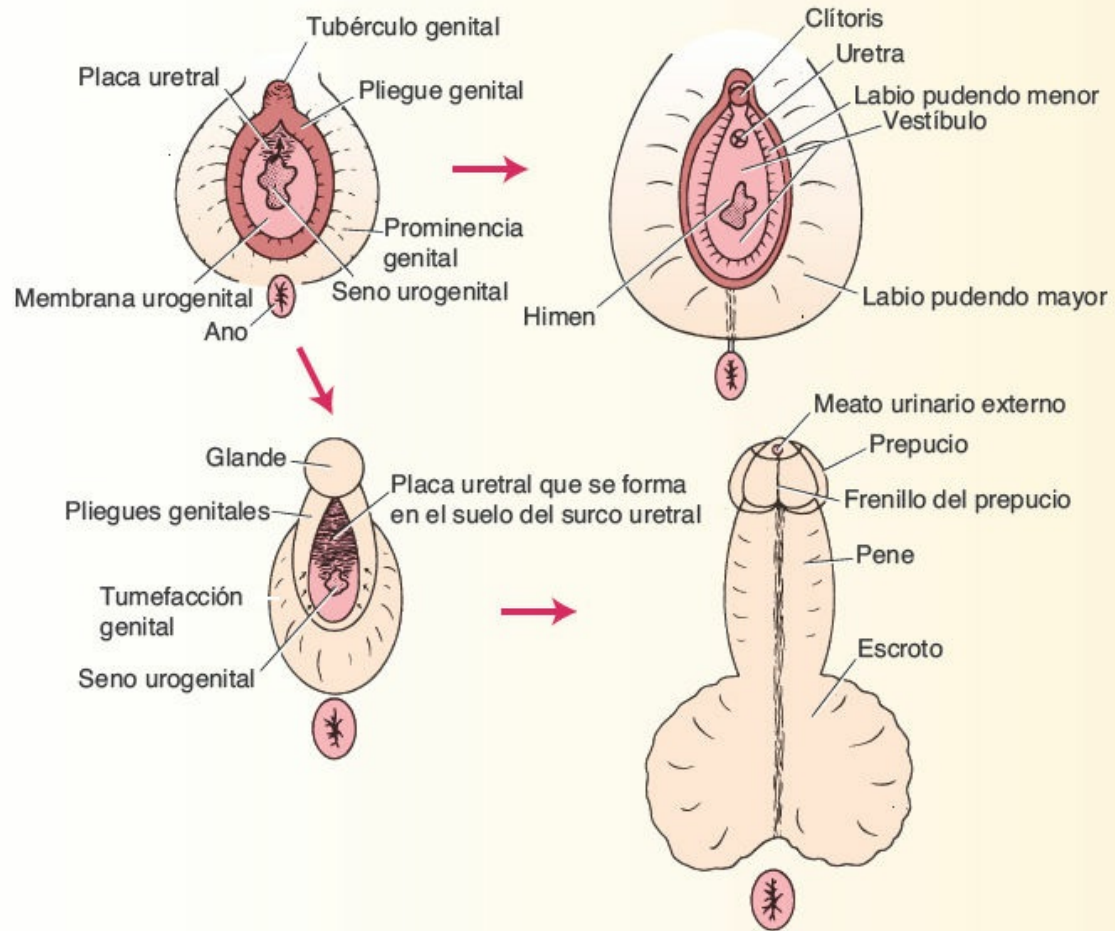


Figura 10-21 Desarrollo de los genitales externos en mujeres y hombres.

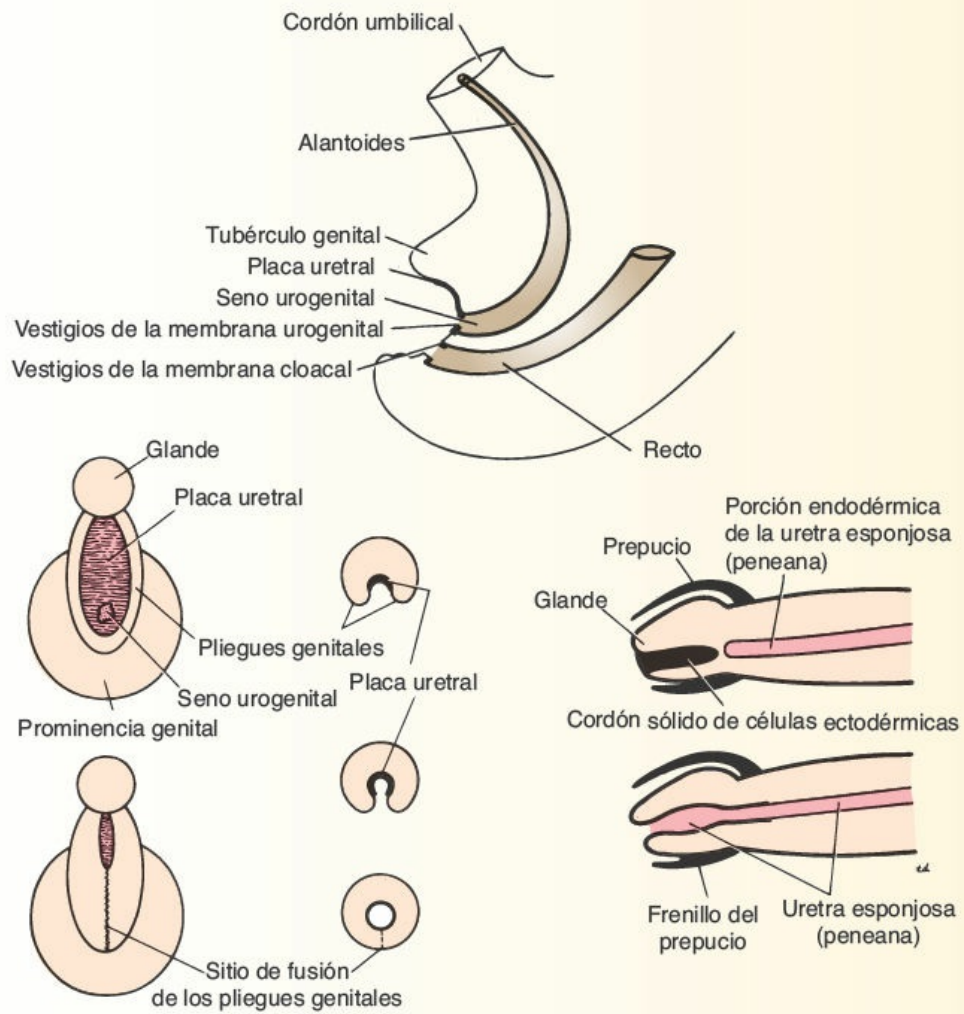


Figura 10-22 Desarrollo de la porción peneana de la uretra masculina.

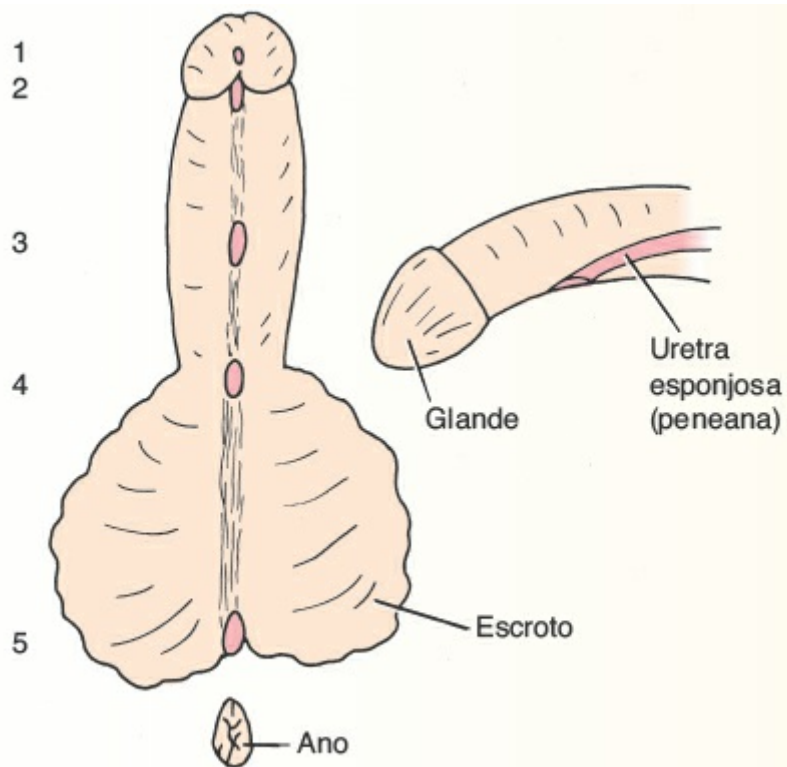
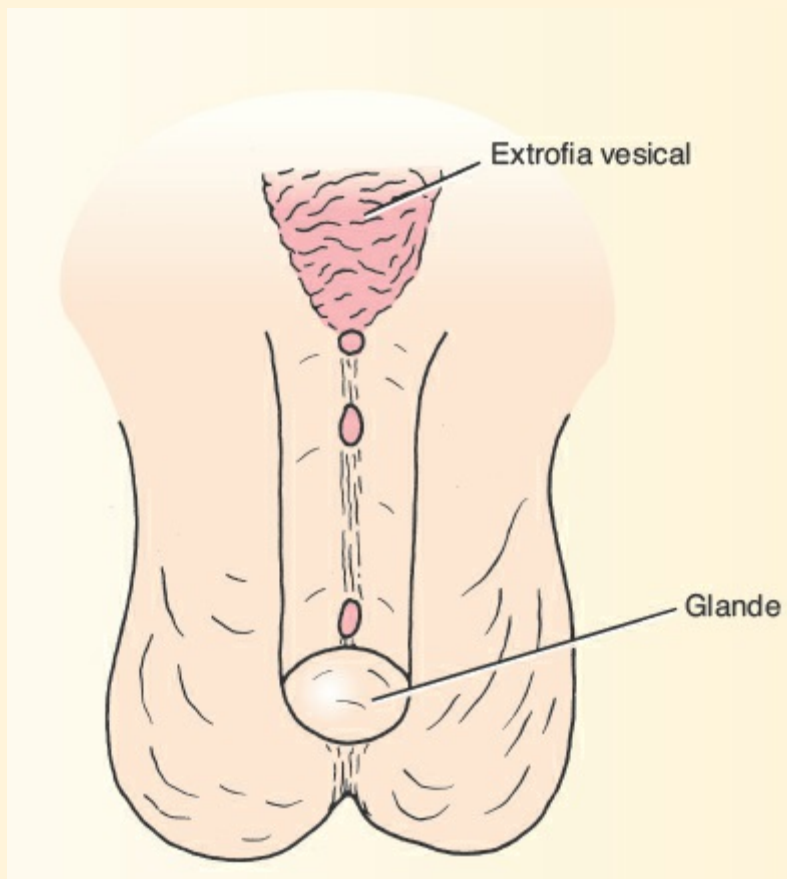


Figura 10-23 Tipos de hipospadias: (1) glandular, (2) coronal, (3) peneana, (4) penoescrotal y (5) perineal. También puede haber flexión ventral (encordamiento) del pene.



ANATOMÍA RADIOLÓGICA

La anatomía radiográfica de los huesos que forman los límites del periné se muestra en el [capítulo 9](#). En las [figuras 10-25](#) y [10-26](#) se muestra una **cistouretrografía** de la uretra masculina.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Cuando se observa desde abajo con el paciente en posición de litotomía (*véase fig. 10-2*), el periné tiene forma de diamante y está limitado anteriormente por la **sínfisis del pubis**, posteriormente por el vértice del **cóccix** y lateralmente por las **tuberosidades isquiáticas**. Varias estructuras clave pueden visualizarse o palparse fácilmente.

Sínfisis del pubis

La sínfisis del pubis es la articulación cartilaginosa que se localiza en la línea media entre los cuerpos de los huesos púbicos ([figs. 10-27](#) y [10-28](#); *véase también fig. 10-3*). Se siente como una estructura sólida por debajo de la piel en la línea media en el extremo inferior de la pared abdominal anterior.

Cóccix

La cara inferior y el vértice del cóccix pueden palparse en la hendidura entre los glúteos alrededor de 2,5 cm por detrás del ano (*véase fig. 10-3*).

Tuberosidad isquiática

La tuberosidad isquiática puede palparse en la porción inferior del glúteo (*véase fig. 10-3*). En posición de pie, la tuberosidad está cubierta por el glúteo mayor. En posición sentada, esta emerge por debajo del borde inferior del glúteo mayor y sostiene el peso del cuerpo.

Triángulo anal

El ano es la abertura inferior del canal anal y se localiza en la línea media (*véase fig. 10-28B*). En el paciente vivo, el borde anal es marrón rojizo y se frunce por la contracción del **esfínter externo del ano**. Hay algunos vellos ásperos alrededor del borde del ano.

Triángulo urogenital masculino

El triángulo urogenital masculino contiene el pene y el escroto.

Pene

El pene está formado por una raíz, un cuerpo y un glande (*véanse figs. 10-13, 10-16 y 10-27*). La **raíz del pene** está formada por tres masas de tejido eréctil: el **bulbo** del pene y los **pilares** derecho e izquierdo del pene. El bulbo puede sentirse en la palpación profunda en la línea media del periné, posterior al escroto.

El **cuerpo del pene** es la porción libre colgante que está suspendida de la sínfisis del pubis. Téngase en cuenta que la cara dorsal (cara anterior del órgano flácido) suele poseer una **vena dorsal superficial** en la línea media (*véase fig. 10-13*).

El **glande del pene** forma el extremo del cuerpo del pene (*véanse figs. 10-13, 10-16 y 10-27*). El **orificio uretral externo** se localiza en el extremo del glande. Un pliegue cutáneo llamado **frenillo** se extiende desde el borde inferior del orificio externo y conecta el glande con el **prepucio**. El borde de la base del glande se conoce como **corona** (*véanse figs. 10-16 y 10-27*). El prepucio está formado por un pliegue de piel adherido al cuello del pene. El prepucio cubre el glande con extensiones variables, y debería ser posible retraerlo sobre el glande.

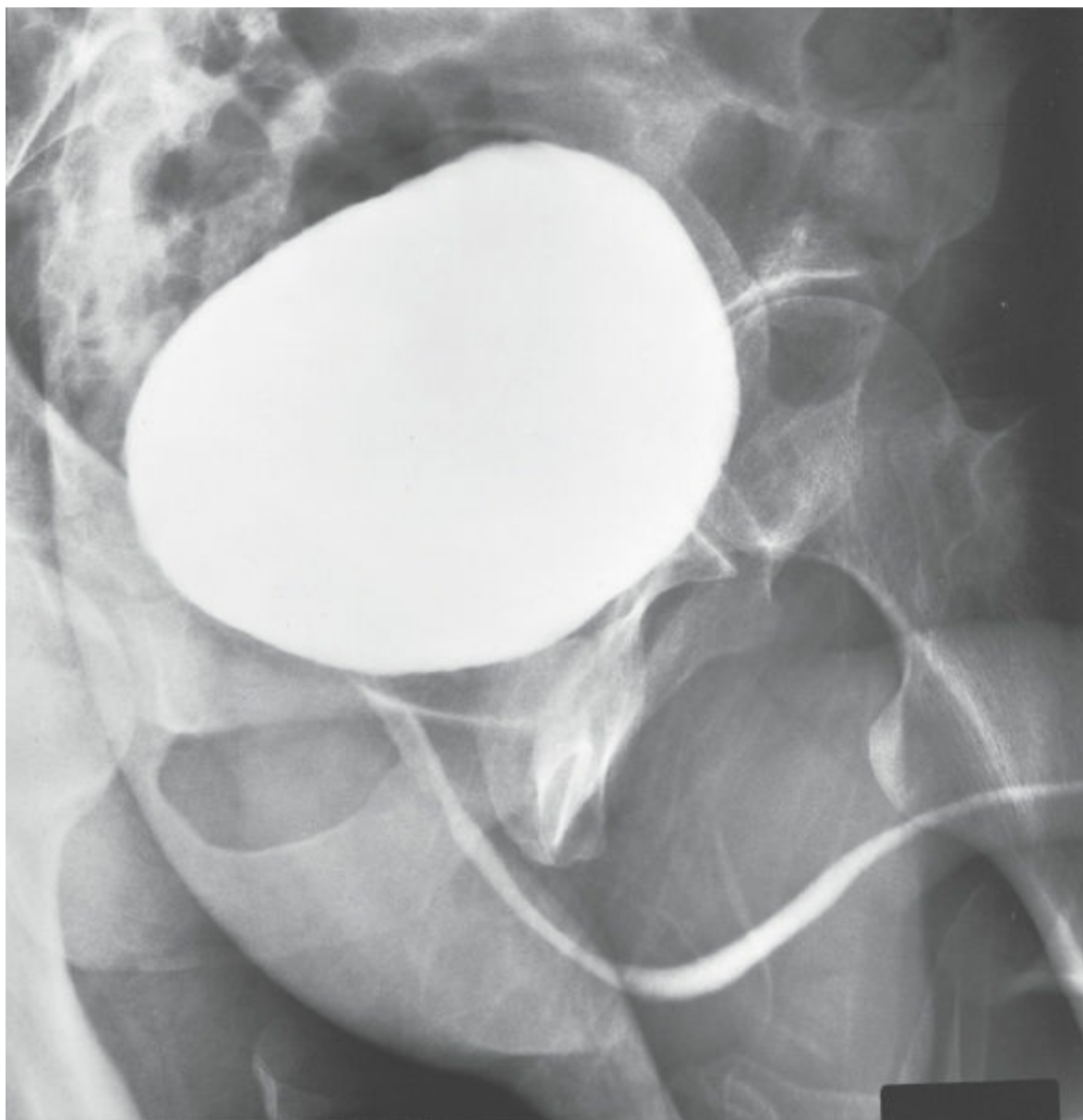


Figura 10-25 Cistourethrografía después de una inyección intravenosa de medio de contraste (hombre de 28 años).

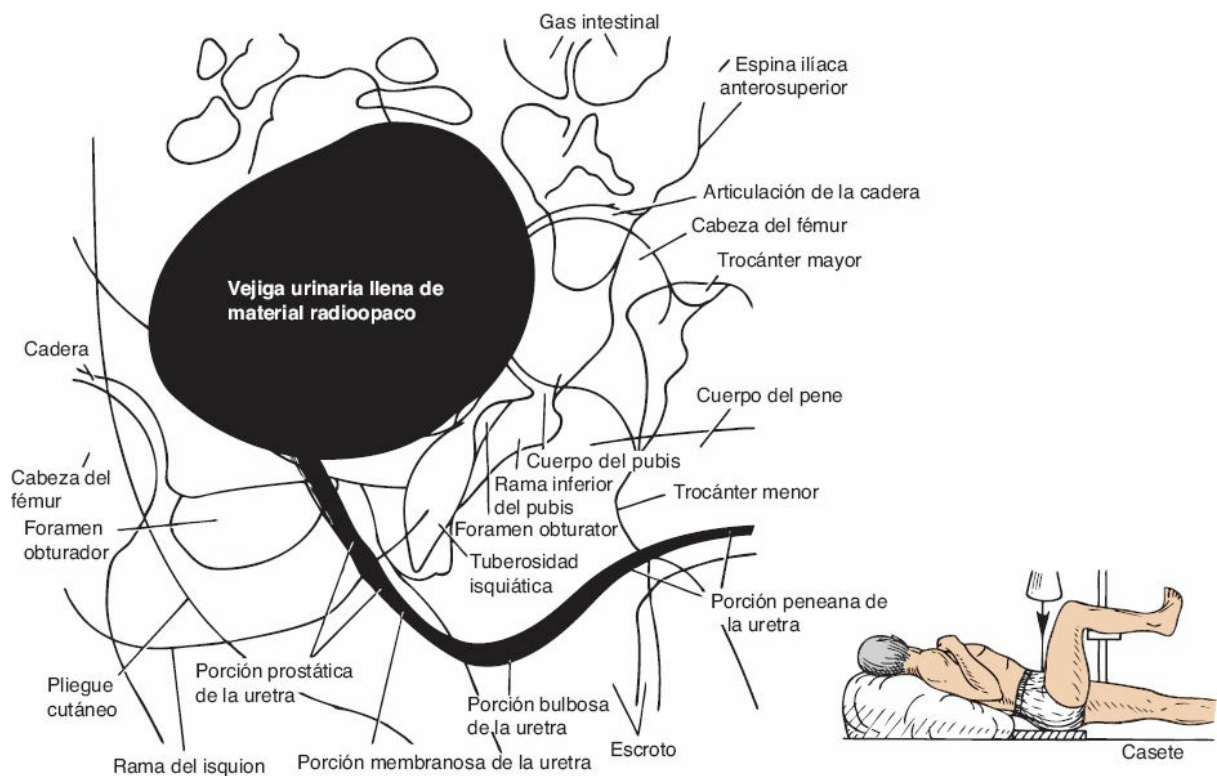


Figura 10-26 Características principales que pueden observarse en el cistouretrógrama de la figura 10-25.

Escroto

El escroto es un saco de piel y fascia (véanse [figs. 10-12](#) y [10-27](#)) que contiene los testículos y los epidídimos. La piel del escroto es rugosa y está cubierta de vello disperso. El origen bilateral del escroto está indicado por la presencia de una línea oscura en la línea media, llamada **rafe escrotal**, a lo largo de la línea de fusión.

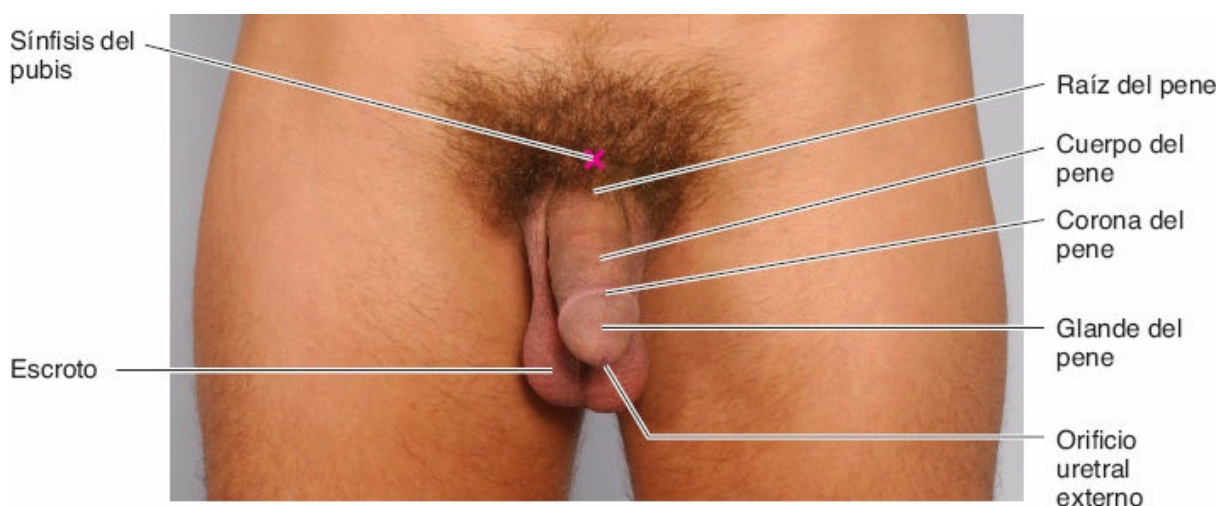


Figura 10-27 Vista anterior de un hombre caucásico que muestra la anatomía de superficie del triángulo urogenital, incluyendo el pene y el escroto (modificado de: Moore KL, Dalley AF II, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy*, 8th ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer, 2018: Fig. 6.61).

Testículos

Los testículos pueden palparse fácilmente. Son ovalados y tienen una consistencia dura. Yacen libres dentro de la túnica vaginal (véase [fig. 6-26](#)) y no están fijados al tejido subcutáneo o a la piel.

Epidídimo

Cada epidídimo puede palparse sobre la cara posterolateral del testículo. El epidídimo es una estructura larga, estrecha y dura que tiene un extremo superior expandido o **cabeza**, un **cuerpo** y una **cola** (véase [fig. 6-26](#)). El **canal deferente** emerge de la cola y asciende en dirección medial al epidídimo para entrar en el cordón espermático en el extremo superior del escroto.

Triángulo urogenital femenino

El triángulo urogenital femenino contiene la vulva y las estructuras que lo componen, incluyendo los labios pudendos mayores y menores y el clítoris.

Monte del pubis (de Venus)

El monte del pubis es la eminencia redondeada y con vello de la piel que se localiza anterior al pubis (véanse [figs. 10-19](#) y [10-28A](#)).

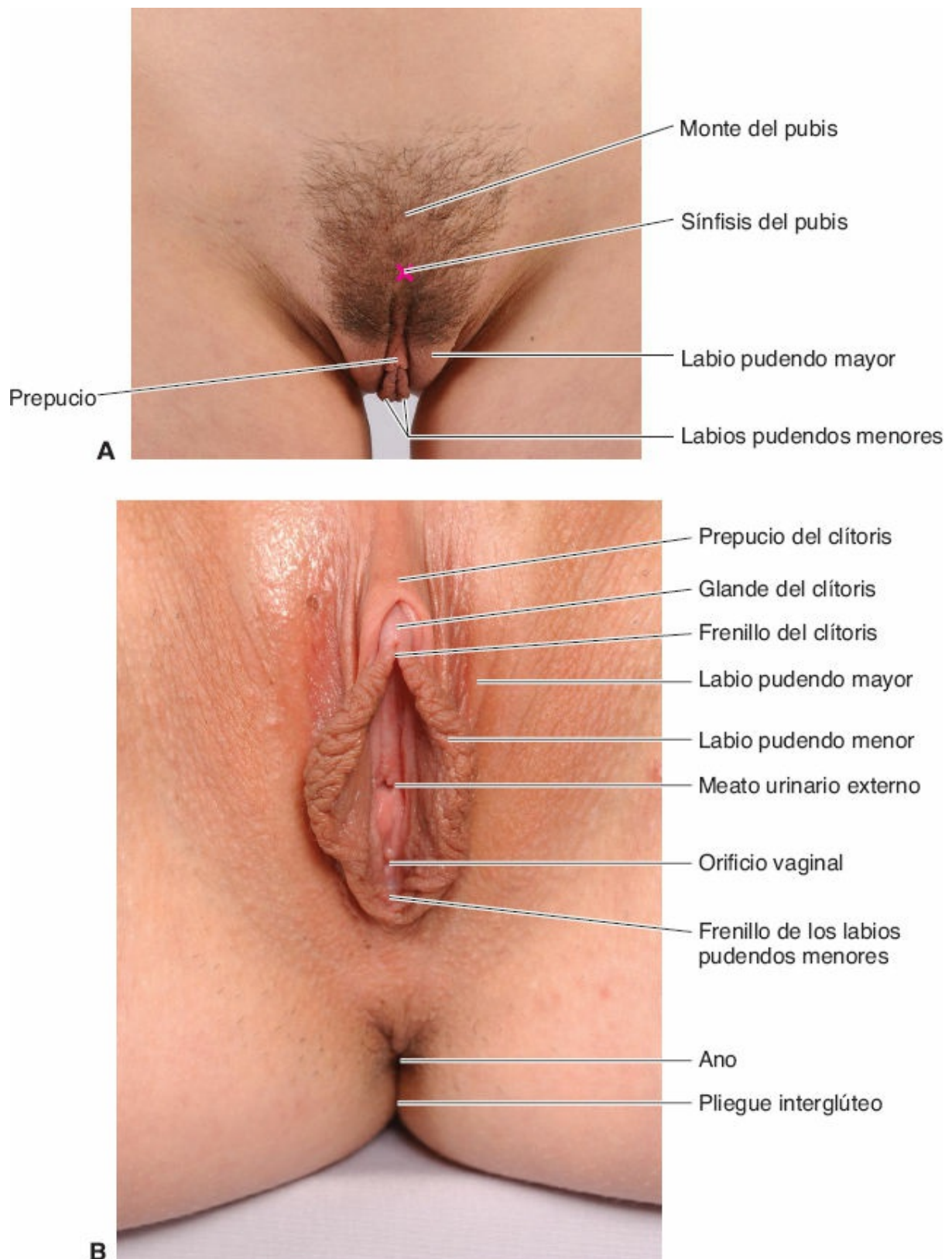


Figura 10-28 Vista anterior (A) e inferior (B) de una mujer caucásica que muestra la anatomía de superficie del periné. (A) Muestra la pared abdominal inferior y el triángulo urogenital. En (B), la paciente está en la posición de litotomía con los labios pudendos menores separados (modificado de: Moore KL, Dalley AF II, Agur AMR. *Clinically Oriented Anatomy*, 8th ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer, 2018: Fig. 6.67).

El monte es continuo posteriormente con los labios pudendos mayores. El vello

púbico en la mujer tiene un límite superior horizontal abrupto, mientras que en el hombre se extiende superiormente hasta el ombligo.

Labios pudendos mayores

Los labios pudendos mayores son pliegues cutáneos prominentes llenos de tejido adiposo que se extienden posteriormente desde el monte del pubis (véanse [figs. 10-19](#) y [10-28](#)). Se unen en la línea media anterior en la **comisura anterior**, y en la línea media posterior en la **comisura posterior**. La comisura posterior suele desaparecer después del primer parto vaginal. Las caras laterales (externas) de los labios pudendos mayores tienen piel pigmentada y vello púbico grueso, mientras que las caras internas son rosadas y no tienen vello.

Labios pudendos menores

Los labios pudendos menores son dos pliegues de piel suave más pequeños, sin grasa y sin vello, que se localizan entre los labios pudendos mayores (véanse [figs. 10-19](#) y [10-28](#)). Los labios se unen anteriormente para encerrar el clítoris y formar el **frenillo del clítoris** posteriormente y el **prepucio del clítoris** anteriormente. También se unen posteriormente para formar un pequeño pliegue de conexión, el **frenillo** de los labios pudendos menores.

Vestíbulo

El vestíbulo es un área triangular lisa limitada lateralmente por los labios pudendos menores, con el clítoris en su vértice y el frenillo de los labios pudendos menores en su base (véanse [figs. 10-19](#) y [10-28B](#)).

Orificio vaginal

El orificio vaginal se localiza en el vestíbulo, posterior al orificio uretral externo (véanse [figs. 10-19](#) y [10-28B](#)). Está protegido en mujeres que no han tenido relaciones sexuales por un pliegue de mucosa llamado **himen**, que tiene el centro perforado (véase [fig. 10-19B](#)). En el primer coito, el himen se desgarrar, en general posterior o posterolateralmente, y después del parto solo quedan unos pocos restos (véanse [figs. 10-19C, D](#)).

Orificios de los canales de las glándulas vestibulares mayores

Pequeños orificios, uno a cada lado, localizados en el surco entre el himen y la porción posterior del labio pudiendo menor (véase [fig. 10-19](#)).

Clítoris

El clítoris se ubica en el vértice del vestíbulo anteriormente (véase [fig. 10-19](#)). El prepucio oculta parcialmente el glande del clítoris (véase [fig. 10-28](#)).

Conceptos clave

Periné

- El periné es el área inferior (superficial) al diafragma pélvico.
- El periné se divide en dos regiones triangulares: un triángulo urogenital más anterior y un triángulo anal más posterior. El triángulo urogenital contiene los orificios urogenitales. El triángulo anal contiene el ano.
- El cuerpo perineal es una masa fibromuscular central que sirve como sitio de inserción para los músculos perineales y la fascia y que ayuda a sostener las vísceras locales.

Triángulo anal

- El triángulo anal contiene el canal anal y las dos fosas isquioanales.
- El canal anal es el extremo caudal del tubo digestivo. Se extiende desde la ampolla rectal hasta la abertura anal.
- La porción superior del canal anal se relaciona con el intestino embrionario en cuanto a estructura, vascularización, drenaje linfático e inervación. La porción inferior se relaciona con el proctodeo embrionario. La línea pectínea (del pecten) señala la unión entre las dos porciones.
- El canal anal tiene un esfínter interno involuntario y un esfínter externo voluntario. El músculo liso del canal anal forma el esfínter interno. El esfínter externo consta de músculo esquelético y tiene tres partes. Los nervios autónomos inervan el esfínter interno, mientras que el esfínter externo está inervado por los nervios rectales.
- Las fosas isquioanales son espacios llenos de tejido adiposo ubicadas a cada lado del canal anal. El tejido adiposo sostiene el canal anal y le permite distenderse durante la defecación. El conducto pudendo encierra el nervio pudendo y los vasos pudendos internos en la pared lateral de la fosa isquioanal.
- El nervio pudendo y los vasos pudendos internos constituyen la inervación y vascularización principal de todo el periné. Hay una importante anastomosis portosistémica anorrectal entre las venas rectales (hemorroidales) superiores e inferiores. Las varicosidades de las ramas de estas venas causan hemorroides.
- El tacto rectal permite examinar por palpación el canal anal y las estructuras adyacentes en todas las direcciones.

Triángulo urogenital

- El triángulo urogenital está organizado en capas, dos de las cuales son el espacio perineal superficial y el espacio perineal profundo.
- El espacio perineal superficial es el área entre la fascia perineal superficial y la membrana perineal. Alberga los genitales externos, parte de la uretra y los aportes neurovasculares de esas estructuras.
- El espacio perineal profundo está ubicado en la profundidad del espacio perineal superficial y se extiende desde la membrana perineal hasta el diafragma pélvico. Contiene parte de la uretra, la porción inferior del esfínter externo de la uretra y los aportes neurovasculares de tales estructuras.
- El esfínter externo de la uretra es el esfínter voluntario para la micción. Solo la porción inferior parece formar una unidad verdadera, similar a un esfínter, que rodea la uretra.

Triángulo urogenital masculino

- Contiene el pene y el escroto.
- El pene está formado por una raíz y un cuerpo. La raíz está formada por tres masas de tejido eréctil: el bulbo y los pilares derecho e izquierdo. El bulbo constituye el cuerpo esponjoso y cada pilar da lugar a un cuerpo cavernoso. El músculo bulboesponjoso rodea el bulbo y los músculos isquiocavernosos rodean cada pilar. El bulbo y los pilares se unen para formar el cuerpo del pene. El extremo expandido del cuerpo esponjoso da origen al glande del pene. Ramas de las arterias pudendas

internas irrigan los tejidos eréctiles del pene. Los nervios pudendos proporcionan la inervación.

- El escroto es una bolsa en la porción inferior de la pared abdominal anterior. Alberga los testículos, los epidídimos y los cordones espermáticos.
- El espacio perineal superficial contiene el bulbo y los pilares y los músculos que cubren el pene, así como los músculos transversos superficiales del periné.
- El espacio perineal profundo contiene la parte intermedia de la uretra, el esfínter de la uretra y los músculos transversos profundos del periné, y las glándulas bulbouretrales.
- La uretra masculina tiene tres partes: prostática (dentro de la próstata), intermedia (que discurre a través del esfínter de la uretra y la membrana perineal) y peneana (en el bulbo y el cuerpo esponjoso).

Triángulo urogenital femenino

- El triángulo urogenital femenino contiene los genitales externos y los orificios uretrales y vaginales.
- El clítoris se corresponde con el pene. Está formado por una raíz, un cuerpo y un glande. La raíz está formada por dos pilares (cuerpos cavernosos junto con músculos isquiocavernosos). El cuerpo está formado por la unión de los cuerpos cavernosos. El glande es un capuchón de tejido eréctil en el extremo del cuerpo.
- Los bulbos del vestíbulo son masas pares de tejido eréctil que se corresponden con el bulbo del pene. Un músculo bulboesponjoso cubre cada bulbo.
- Las glándulas vestibulares mayores son pequeñas glándulas pares secretoras de moco que se localizan en los extremos posteriores de los bulbos del vestíbulo. Son homólogas a las glándulas bulbouretrales masculinas.
- El espacio perineal superficial contiene los pilares del clítoris con sus músculos, los bulbos del vestíbulo con sus músculos, los músculos transversos profundos del periné, las glándulas vestibulares mayores y el extremo inferior de la uretra.
- El espacio perineal profundo contiene parte de la uretra, el esfínter externo de la uretra y parte de la vagina.
- La uretra femenina perfora el esfínter de la uretra y la membrana perineal y se extiende a lo largo de la pared vaginal anterior.
- Las glándulas vestibulares menores yacen a cada lado del vestíbulo. Estas se corresponden con la próstata.
- La vagina discurre desde la vulva hasta el útero. Su mitad inferior se localiza dentro del periné entre la uretra anteriormente y el canal anal posteriormente.

Anatomía de superficie

- Varias estructuras clave en el periné pueden visualizarse o palparse fácilmente. Estas incluyen gran parte de los límites óseos del periné, el canal anal y gran parte de los genitales externos.



Un estudiante de 18 años trabaja repartiendo pizzas a domicilio en su motocicleta. La necesidad de entregar con rapidez para satisfacer la voluntad de su jefe hace que el estudiante tienda a avanzar rápidamente entre los automóviles cada vez que hay un exceso de tráfico. En uno de estos momentos, calcula mal el espacio entre dos vehículos y uno de los parachoques golpea violentamente con la cara externa de su rodilla izquierda. La exploración en el servicio de urgencias muestra parálisis que se extiende a todos los músculos de los compartimentos anterior y lateral de la pierna izquierda. Como resultado de esta parálisis, el paciente no puede realizar ni flexión dorsal del tobillo (que se muestra por un pie caído) ni eversión del pie. Además, también disminuye su sensación en los lados anterior y lateral de la pierna y en la parte superior del pie y los dedos, incluido el lado medial del dedo gordo. Las radiografías de la región de la rodilla no muestran evidencia de fracturas óseas.

El médico de guardia le diagnostica parálisis del nervio fibular (peroneo) común secundario a un traumatismo contuso en la cara lateral de la fíbula izquierda. Los estudios radiográficos descartan la posibilidad de una fractura del cuello de la fíbula.

Con el objetivo de establecer un diagnóstico de este tipo, los médicos deben conocer de forma detallada la anatomía del trayecto del fibular común cuando este gira alrededor del lado externo del cuello de la fíbula. El conocimiento de la distribución de los ramos de este nervio permite eludir otras lesiones nerviosas. Además, puede evaluarse el grado de daño nervioso poniendo a prueba la fuerza de los diversos músculos inervados por este nervio y llevando a cabo las pruebas adecuadas para evaluar los déficits sensitivos.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión

Osteología

Hueso coxal

Fémur

Rodilla

Tibia

Fíbula

Huesos del pie

Región glútea

Piel

Fascia

Ligamentos y forámenes

Músculos de la región glútea

Nervios de la región glútea

Arterias de la región glútea

Muslo

Fascia

Nervios cutáneos

Venas superficiales
Nódulos linfáticos inguinales
Compartimentos fasciales y músculos del muslo
Contenidos del compartimento fascial anterior
Contenidos del compartimento fascial medial
Contenidos del compartimento fascial posterior

Fosa poplítea

Límites
Músculos
Arteria poplítea
Anastomosis arterial alrededor de la rodilla
Vena poplítea
Nódulos linfáticos poplíteos
Nervios

Pierna

Fascia
Nervios cutáneos
Venas superficiales
Vasos linfáticos
Compartimentos fasciales y músculos de la pierna
Contenidos del compartimento fascial anterior
Contenidos del compartimento fascial lateral
Contenidos del compartimento fascial posterior

Tobillo

Cara anterior
Cara posterior

Pie

Planta del pie
Dorso del pie

Articulaciones

Articulación de la cadera
Articulación de la rodilla
Articulación tibiofibular proximal
Articulación tibiofibular distal
Articulación del tobillo
Articulaciones del tarso
Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas
Articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas

El pie como unidad funcional

Arcos
Acción de propulsión del pie

Anatomía radiológica

Anatomía de superficie

Región glútea
Región inguinal
Triángulo femoral
Canal aductor
Región de la rodilla
Tibia
Región del tobillo y el pie

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo de este capítulo es analizar la anatomía del miembro inferior en relación con casos clínicos habituales.

1. Identificar las principales regiones del miembro inferior y los límites definitorios de cada una.
2. Identificar los huesos del miembro inferior y sus características principales. Describir las características funcionales de estas estructuras.
3. Identificar los músculos de la región glútea, indicando sus inserciones, inervación y acciones principales. Identificar las funciones de los músculos glúteos durante la locomoción.
4. Describir las relaciones topográficas de las estructuras neurovasculares en la región glútea y las consecuencias de las inyecciones intraglúteas en cuadrantes específicos de la región.
5. Describir la disposición y el significado mecánico de la fascia profunda en el miembro inferior. Identificar la fascia lata, el tracto iliotibial y los tabiques intermusculares en la cadera y el muslo.
6. Definir los compartimentos osteofasciales del miembro inferior:
 - a. Identificar los músculos que contiene cada compartimento.
 - b. Describir las inserciones, la inervación y las principales acciones de cada músculo.
 - c. Describir la inervación y las principales acciones de cada compartimento en conjunto.
 - d. Predecir las consecuencias funcionales de la pérdida de la acción de cada músculo y cada compartimento.
7. Trazar el trayecto de la inervación cutánea y motora en el miembro inferior:
 - a. Identificar el plexo lumbosacro y las partes que lo componen, desde los segmentos espinales de origen hasta los principales ramos terminales.
 - b. Identificar el(los) nivel(es) espinal(es) de origen y la relación de cada nervio periférico principal con el plexo lumbosacro.
 - c. Predecir las consecuencias funcionales de las lesiones en niveles espinales específicos y nervios periféricos individuales.
8. Definir los límites y contenidos del triángulo femoral. Describir la composición de la vaina femoral, el conducto y el anillo femorales. Describir las bases anatómicas de una hernia femoral.
9. Definir los límites de la fosa poplítea y describir su contenido. Identificar las relaciones espaciales de las estructuras neurovasculares principales de la fosa. Identificar los componentes principales de las anastomosis arteriales alrededor de la rodilla.
10. Trazar el flujo de sangre de la arteria iliaca común a través del miembro inferior. Observar:
 - a. Las diferentes fuentes de vascularización arterial, sus vías y sus ramas principales.
 - b. La relevancia del conducto obturador, la vaina femoral, el canal aductor, el hiato aductor y los forámenes ciáticos mayor y menor.
 - c. La composición y el significado de la anastomosis cruciforme.
 - d. Los territorios irrigados y las vías de los principales vasos periféricos.
11. Trazar el drenaje venoso del miembro inferior a través del conducto safeno hasta la cavidad pélvica. Describir la relevancia de las venas safenas en términos de las alteraciones clínicas más frecuentes.
12. Describir el patrón de drenaje linfático del miembro inferior, incluida la relación de este drenaje con el de la pared abdominal y las regiones inguinales.
13. Determinar los movimientos que se producen en la articulación de la rodilla durante la marcha normal. Describir los mecanismos de “bloqueo” y “desbloqueo” de la rodilla.
14. Identificar los músculos extrínsecos e intrínsecos del pie e indicar sus inserciones, inervación y acciones principales. Comparar y contrastar los patrones y acciones de los músculos de la mano y el pie.
15. Describir la disposición de los retináculos de los flexores, de los extensores y

de los fibulares, de los tendones principales alrededor del tobillo, incluyendo la relevancia funcional de esta disposición.

16. Identificar los componentes óseos, los principales ligamentos de sostén, las estructuras accesorias clave y los movimientos permitidos en las articulaciones de la cadera, la rodilla y el tobillo. Describir las características de los traumatismos graves de cada articulación.
17. Identificar los arcos longitudinales y transversales mediales y laterales del pie. Describir los papeles de los huesos, ligamentos y músculos para mantener estos arcos.
18. Comparar y contrastar el patrón de desarrollo del miembro inferior con el del miembro superior.
19. Identificar los huesos del miembro inferior y sus características principales en imágenes radiográficas estándares.
20. Localizar las proyecciones y los puntos de palpación de las estructuras principales del miembro inferior en una exploración básica de superficie.

REVISIÓN

Las funciones principales de los miembros inferiores son el sostén del peso del cuerpo y la locomoción. Los miembros son muy estables y pueden sostener el peso del cuerpo gracias a que los dos huesos coxales se articulan posteriormente con el tronco en las fuertes articulaciones sacroilíacas y anteriormente entre sí, en la sínfisis del pubis. Esta estabilidad también da la base para pararse en posición vertical, caminar y correr.

Cada miembro inferior está organizado en seis partes: **región glútea**, **muslo** (región femoral), **fosa poplítea**, **pierna**, **tobillo** y **pie**. El muslo y la pierna están subdivididos en compartimentos, y cada uno de ellos tiene sus propios músculos que realizan funciones grupales y su propia inervación y vascularización.

Los problemas relacionados con los miembros inferiores son algunos de los más frecuentes con los que se encuentran los profesionales de la salud, ya sea en la práctica general, la cirugía o en un servicio de urgencias. Algunas de las muchas afecciones que los médicos encuentran son afecciones reumáticas, venas varicosas, deficiencias vasculares, fracturas, dislocaciones, esguinces, laceraciones, derrames de rodilla, dolor en las piernas, lesiones en los tobillos y lesiones en los nervios periféricos.

OSTEOLOGÍA

Los huesos del miembro inferior son los huesos coxales, fémur, patela, tibia, fibula, huesos metatarsianos, huesos del tarso y falanges. La disposición general de los huesos es muy similar a la de los miembros superiores.

Hueso coxal

El hueso coxal es topográfica y funcionalmente equivalente a la clavícula y la escápula en el miembro superior. Forma la cintura pélvica del miembro inferior, que une el miembro a la columna vertebral.

El hueso coxal está formado por la unión de tres elementos esqueléticos, el ilion, el isquion y el pubis (figs. 11-1 a 11-3). Estos huesos se localizan en el acetábulo a través del cartílago trirradiado, que tiene forma de “Y”. Los coxales se articulan con el sacro en las articulaciones sacroilíacas y forman las paredes anterolaterales de la pelvis. También se articulan entre sí anteriormente en la sínfisis del pubis. La estructura detallada de la cara interna (pélvica) de la pelvis ósea se analiza en el capítulo 8. Las características importantes en la cara externa (glútea) de los coxales en la región glútea se detallan a continuación.

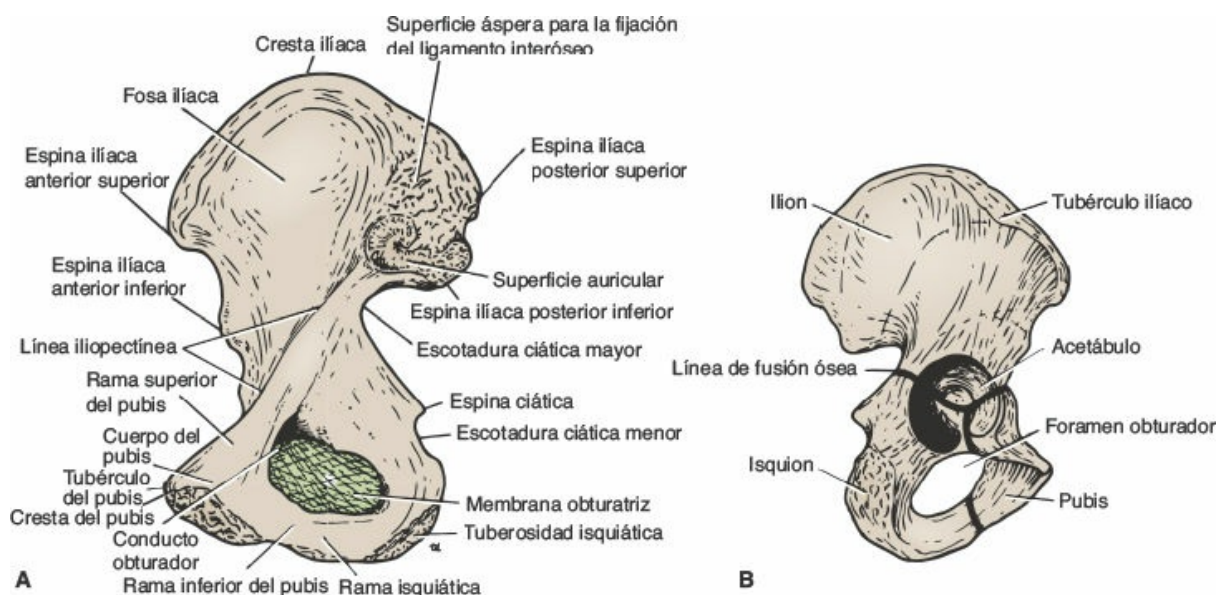


Figura 11-1 Cara medial (A) y lateral (B) de los huesos coxales derechos. Obsérvense las líneas de fusión entre los tres huesos (ilíon, isquion y pubis) a lo largo del cartílago trirradiado.

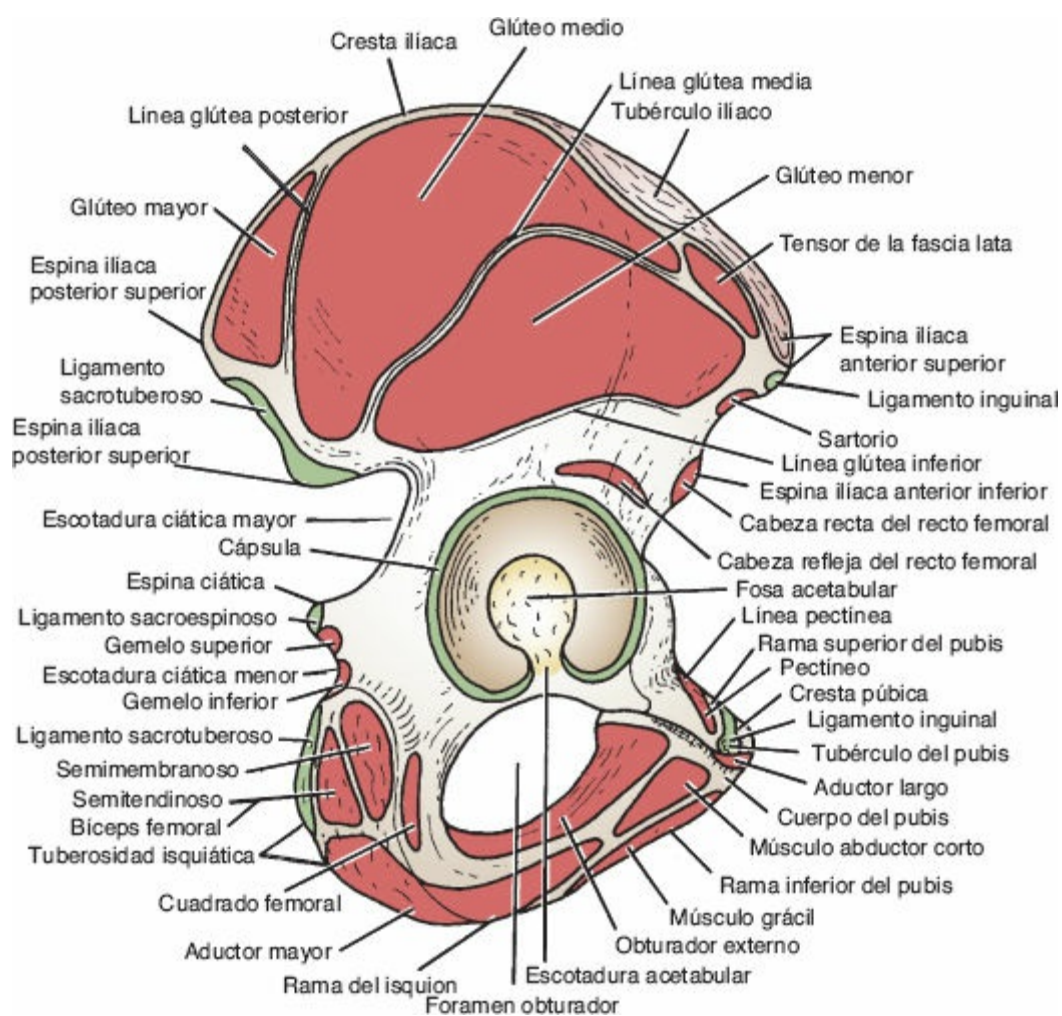


Figura 11-2 Inserciones musculares y ligamentosas de la cara externa del hueso coxal derecho.

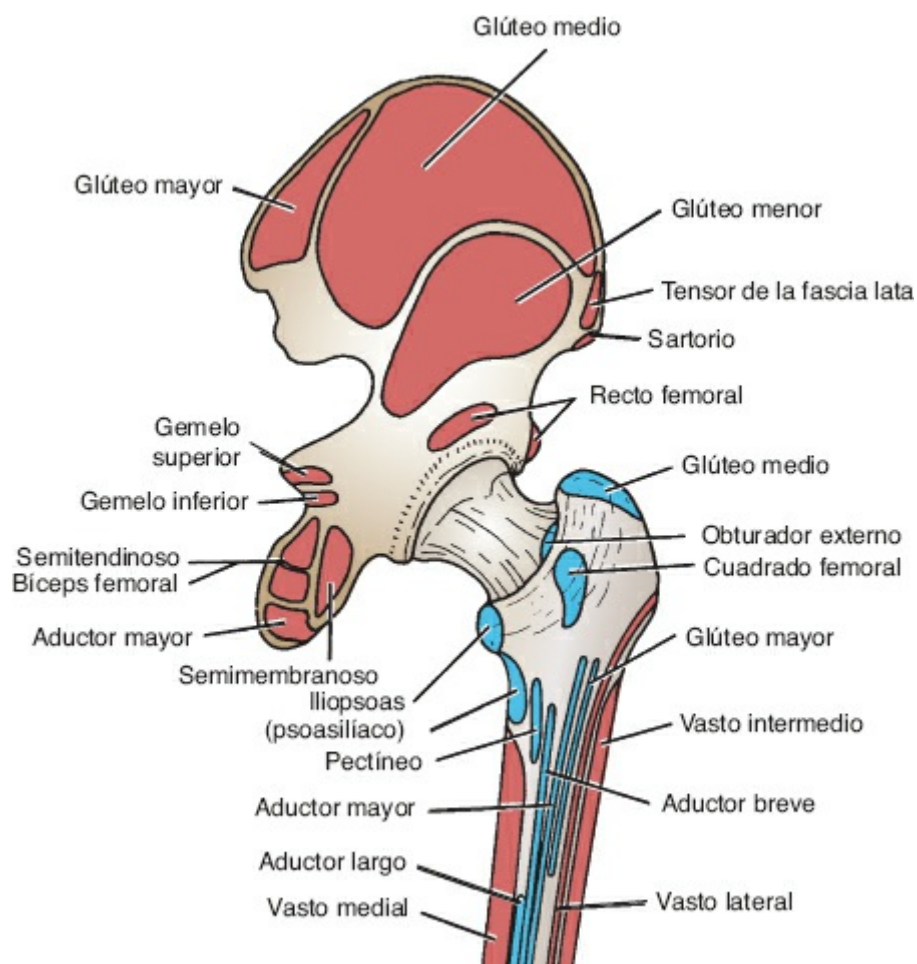


Figura 11-3 Inserciones musculares de la cara externa del hueso coxal derecho y la cara posterior del fémur.

El **ilíon**, que es la parte aplanada superior del hueso, posee la **cresta ilíaca** (véanse [figs. 11-1](#) y [11-2](#)), que puede notarse a través de la piel en toda su longitud. Finaliza anteriormente en la **espina ilíaca anterior superior** y posteriormente en la **espina ilíaca posterior superior**. El **tubérculo ilíaco** se localiza a unos 5 cm posterior a la espina anterior superior. Inferior a la espina ilíaca superior anterior se ubica una prominencia, la **espina ilíaca anterior inferior**. Otra prominencia similar, la **espina ilíaca posterior inferior**, yace inferior a la espina ilíaca posterior superior. El ilíon tiene una gran escotadura, la **escotadura ciática mayor**, posterosuperior al acetábulo.

El **isquion** tiene forma de “L”, con una porción superior más gruesa, el **cuerpo**, y una porción inferior más delgada, la **rama**. La **espina isquiática** se proyecta desde el borde posterior del isquion y separa las **escotaduras ciáticas mayor y menor**. La **tuberosidad isquiática** es la gran área rugosa que forma la cara posterior de la porción inferior del cuerpo del hueso. Las escotaduras ciáticas mayor y menor se convierten en los forámenes ciáticos mayor y menor por la presencia de los ligamentos sacroespinosos y sacrotuberosos (véase más adelante).

El **pubis** se divide en un **cuerpo**, una **rama superior** y una **rama inferior**. Los cuerpos de los dos huesos púbicos se articulan entre sí en la línea media

anteriormente a la **sínfisis del pubis**. La rama superior se une al ilion y al isquion en el acetábulo, y la rama inferior se une a la rama isquiática por debajo del **foramen obturador**. La **membrana obturatriz** encierra el foramen obturador en el paciente vivo (véase [cap. 8](#)). La **cresta del pubis** forma el borde superior del cuerpo del pubis, y finaliza medialmente como el **tubérculo del pubis**.

La cara externa del hueso coxal tiene una depresión profunda llamada **acetábulo**. Este se articula con la casi esférica cabeza del fémur para formar la articulación de la cadera. El borde inferior del acetábulo está incompleto y está marcado por la **escotadura acetabular** (véase [fig. 11-2](#)). La **superficie articular** del acetábulo se limita a un área en forma de herradura y está cubierta por cartilago hialino. El suelo del acetábulo no es articular y se conoce como **fosa acetabular**.

En la posición anatómica, la cara anterior de la sínfisis del pubis y las espinas ilíacas anteriores superiores se observan en el mismo plano vertical. Ello significa que la cara pélvica de la sínfisis del pubis está orientada posterosuperiormente, y que la cara anterior del sacro se proyecta anteroinferiormente.

Las inserciones ligamentosas y musculares más importantes de la cara externa del hueso coxal se muestran en las [figuras 11-2 y 11-3](#).

Fémur

El fémur se articula por arriba con el acetábulo para formar la articulación de la cadera y por debajo con la tibia y la patela para formar la articulación de la rodilla.

El extremo superior del fémur tiene una cabeza, un cuello y los trocánteres mayor y menor ([fig. 11-4](#)). La **cabeza** forma aproximadamente las dos terceras partes de una esfera y se articula con el acetábulo del hueso coxal para formar la articulación de la cadera (véase [fig. 11-3](#)). En el centro de la cabeza hay una pequeña depresión, denominada **fosita de la cabeza del fémur**, que permite la inserción del **ligamento de la cabeza del fémur** (véase [fig. 11-4](#)). Parte de la vascularización a la cabeza del fémur desde la arteria obturatriz se transmite a lo largo de este ligamento y entra en el hueso por la fosita.

El **cuello** del fémur, que conecta la cabeza con el cuerpo, discurre inferior, posterior y lateralmente, y forma un ángulo de unos 125° (que es ligeramente menor en la mujer) con el eje longitudinal del cuerpo. Los procesos patológicos pueden alterar el tamaño de este ángulo.

Los **trocánteres mayor y menor** son grandes eminencias localizadas en la unión del cuello y el cuerpo. La **línea inter-trocantérea** conecta los trocánteres anteriormente, donde se une el ligamento iliofemoral. Una prominente **cresta intertrocantérea** conecta los trocánteres posteriormente.

El **cuerpo** o **diáfisis** del fémur es liso y redondeado en su cara anterior, pero su cara posterior posee una cresta, la **línea áspera**, en la que se insertan los músculos y los tabiques intermusculares. Los bordes de la línea áspera se

separan superior e inferiormente. El borde medial se continúa inferiormente como la **cresta supracondílea medial** hacia el **tubérculo del aductor** en el **cóndilo medial**. El borde lateral se vuelve continuo inferiormente con la **cresta supracondílea lateral**. La **tuberosidad glútea** se localiza en la cara posterior del cuerpo por debajo del trocánter mayor. El cuerpo del fémur se ensancha hacia su extremo distal y forma un área plana y triangular en su cara posterior denominada **superficie poplítea**.

El extremo inferior del fémur tiene los **cóndilos lateral y medial**, separados posteriormente por la **escotadura inter-condílea**. Las caras anteriores de los cóndilos están unidas por una **superficie articular para la patela**. Los dos cóndilos participan en la formación de la articulación de la rodilla. Los **epicóndilos medial y lateral** se localizan a los lados de los cóndilos. El **tubérculo del aductor** es continuo con la cresta supracondílea medial.

En la [figura 11-4](#) se muestran las inserciones musculares y ligamentosas más importantes del fémur.

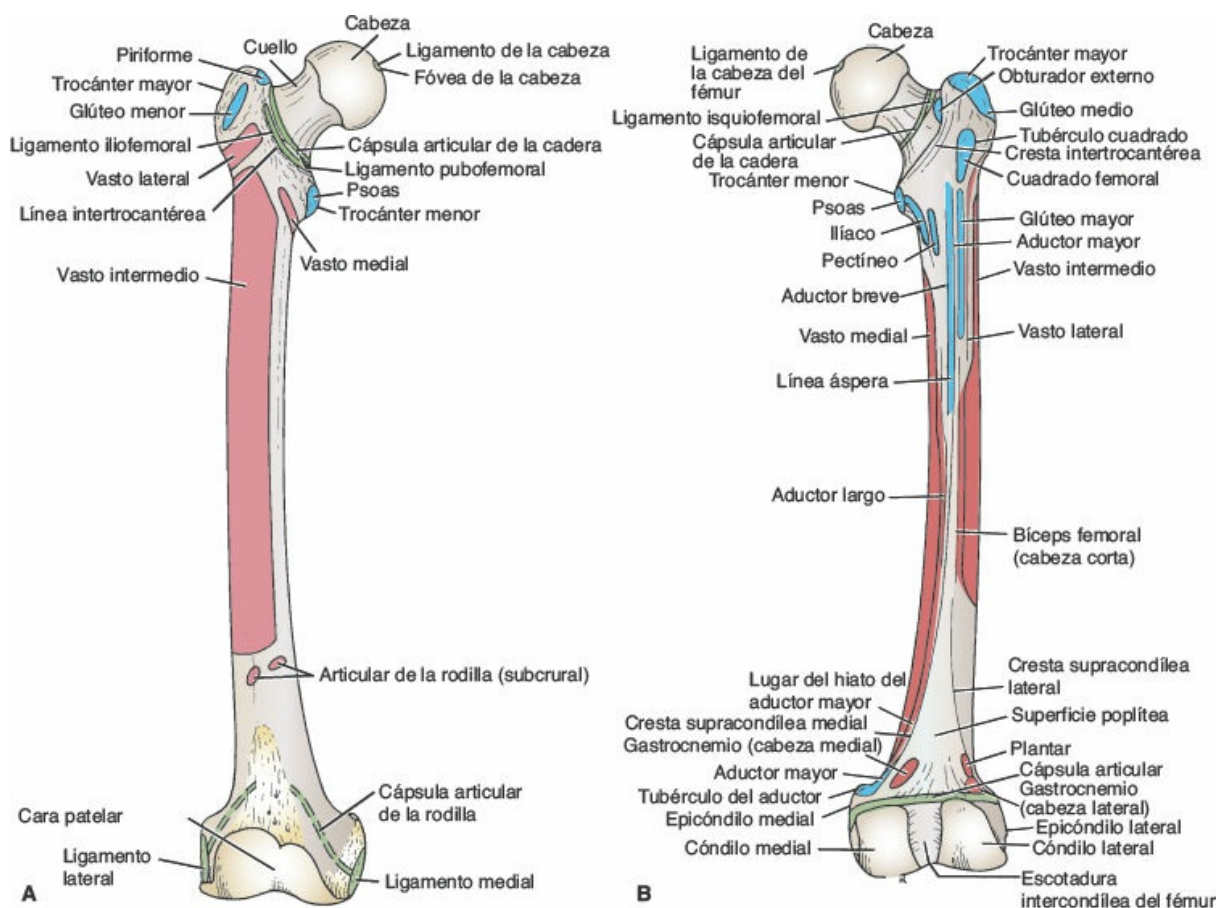


Figura 11-4 Características óseas e inserciones musculares y ligamentosas en las caras anterior (A) y posterior (B) del fémur derecho.



Notas clínicas

Sensibilidad de la cabeza del fémur y artritis de la articulación de

la cadera

La porción de la cabeza del fémur puede palparse en la cara anterior del muslo, justo inferior al ligamento inguinal y justo lateral a la arteria femoral pulsátil. El dolor a la palpación sobre la cabeza del fémur suele ser sugestivo de artritis de la articulación de la cadera.

Vascularización de las fracturas de la cabeza y el cuello del fémur

En ocasiones puede haber necrosis avascular de la cabeza del fémur tras una fractura del cuello del mismo hueso. En los jóvenes, la epífisis de la cabeza es irrigada por una pequeña rama de la **arteria obturatriz**, que pasa a la cabeza a lo largo del **ligamento de la cabeza del fémur**. La porción superior del cuello del fémur recibe vascularización abundante de la arteria circunfleja femoral medial. Estas ramas perforan la cápsula articular y ascienden por el cuello hasta la membrana sinovial. Mientras el cartílago epifisario persista, no habrá comunicación entre las dos fuentes de vascularización. En el adulto, después de que el cartílago epifisario desaparece, se establece una anastomosis entre las vascularizaciones. Las fracturas del cuello del fémur interfieren o interrumpen completamente la vascularización desde la raíz del cuello hasta la cabeza del fémur. El escaso flujo sanguíneo a lo largo de la arteria pequeña que acompaña al ligamento redondo puede ser insuficiente para mantener la viabilidad de la cabeza del fémur, y gradualmente se produce una necrosis isquémica.

Cuello del fémur y coxa valga y coxa vara

El cuello del fémur está angulado respecto al cuerpo de este hueso. Este ángulo es de unos 160° en la infancia y de unos 125° en la edad adulta. Un aumento en este ángulo se conoce como **coxa valga**, y ocurre, por ejemplo, en casos de dislocación congénita de la cadera. Esta alteración limita la aducción de la articulación de la cadera. La disminución en este ángulo se conoce como **coxa vara**, y aparece en las fracturas del cuello del fémur y en el deslizamiento de la epífisis de dicho hueso. Este trastorno limita la abducción de la articulación de la cadera. La línea de Shenton es un medio útil para evaluar el ángulo del cuello del fémur en una radiografía de la región de la cadera (véase fig. 11-71).

Fracturas de fémur

Las fracturas del cuello del fémur son frecuentes y son de dos tipos: subcapitales y trocantéricas. Las **fracturas subcapitales** se producen en adultos mayores y suelen deberse a deslices o tropiezos menores. Las fracturas subcapitales del cuello del fémur son especialmente frecuentes en mujeres después de la menopausia. Esta predisposición se debe a un adelgazamiento de los huesos cortical y trabecular por la insuficiencia de estrógenos. La necrosis avascular de la cabeza es una complicación habitual. Si los fragmentos no están impactados, habrá un desplazamiento considerable. Los potentes músculos del muslo (p. ej., recto femoral, aductores e isquiotibiales) estiran el fragmento distal hacia arriba, de modo que la pierna se acorta (según se mida desde la espina iliaca anterior superior hasta el tubérculo del aductor o el maléolo interno) (fig. 11-5). El glúteo mayor, el piriforme, el obturador interno, los gemelos y el cuadrado femoral rotan el fragmento distal lateralmente, por lo que los dedos de los pies apuntan en dirección lateral.

Las **fracturas trocantéricas** se producen con frecuencia en las personas jóvenes y de mediana edad como resultado de un traumatismo directo. La línea de fractura es extracapsular y ambos fragmentos tienen una vascularización abundante. Si los fragmentos óseos no están impactados, la tracción de los músculos causará un acortamiento y rotación lateral de la pierna, como se ha explicado.

Las fracturas del cuerpo del fémur suelen ocurrir en personas jóvenes y sanas. En las fracturas del **tercio superior del cuerpo** del fémur, el fragmento proximal es flexionado por el iliopsoas, abducido por los glúteos medio y menor, y rotado lateralmente por el glúteo mayor, el piriforme, el obturador interno, los gemelos y el cuadrado femoral (fig. 11-6). El fragmento inferior es aducido por los músculos aductores, traccionado hacia arriba por los isquiotibiales y el cuádriceps, y girado lateralmente por los aductores y el peso del pie.

En las fracturas del **tercio medio del cuerpo** del fémur, el fragmento distal es estirado hacia arriba por los isquiotibiales y el cuádriceps, lo que produce un acortamiento considerable. El fragmento distal también es rotado hacia atrás por la tracción de las dos cabezas del gastrocnemio.

En las fracturas del **tercio distal del cuerpo** del fémur, se observa el mismo desplazamiento del

fragmento distal que en las fracturas del tercio medio. Sin embargo, el fragmento distal es más pequeño y hay un mayor grado de rotación hacia atrás por parte del músculo gastrocnemio, y puede ejercer presión sobre la arteria poplítea e interferir con la vascularización de la pierna y el pie.

Por todo esto, queda claro que el conocimiento de las diferentes acciones de los músculos de la pierna es imprescindible para comprender el desplazamiento de los fragmentos de un fémur fracturado. En general, se requiere una tracción considerable para que el fragmento distal venza los poderosos músculos del miembro inferior y a fin de restablecer su longitud correcta antes de la manipulación y el tratamiento quirúrgico diseñados para alinear correctamente los fragmentos proximal y distal.

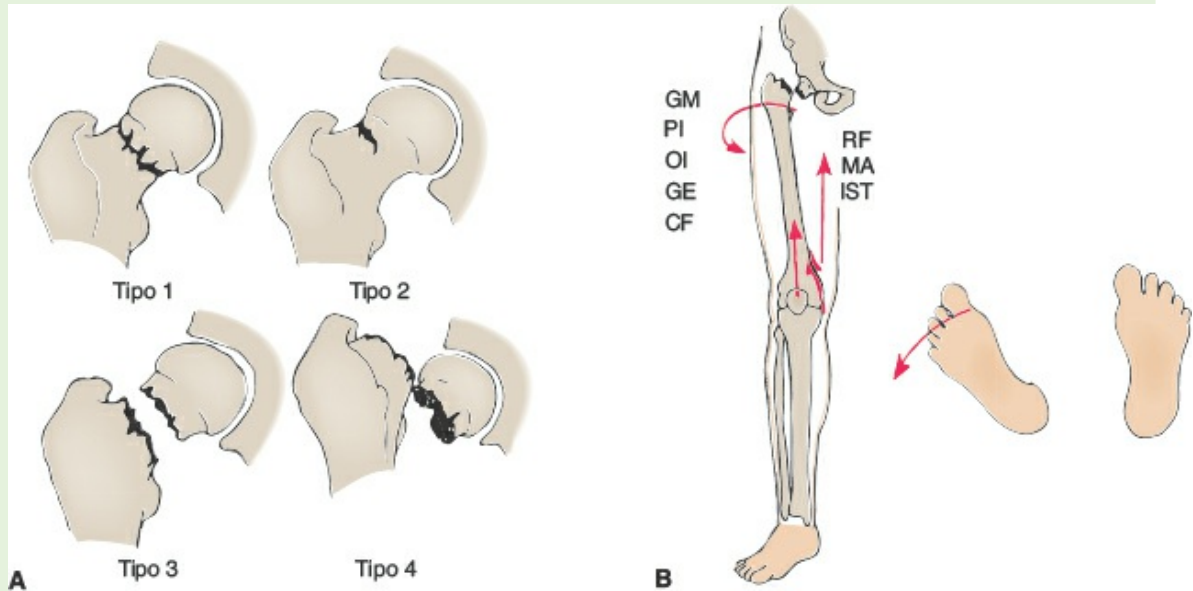
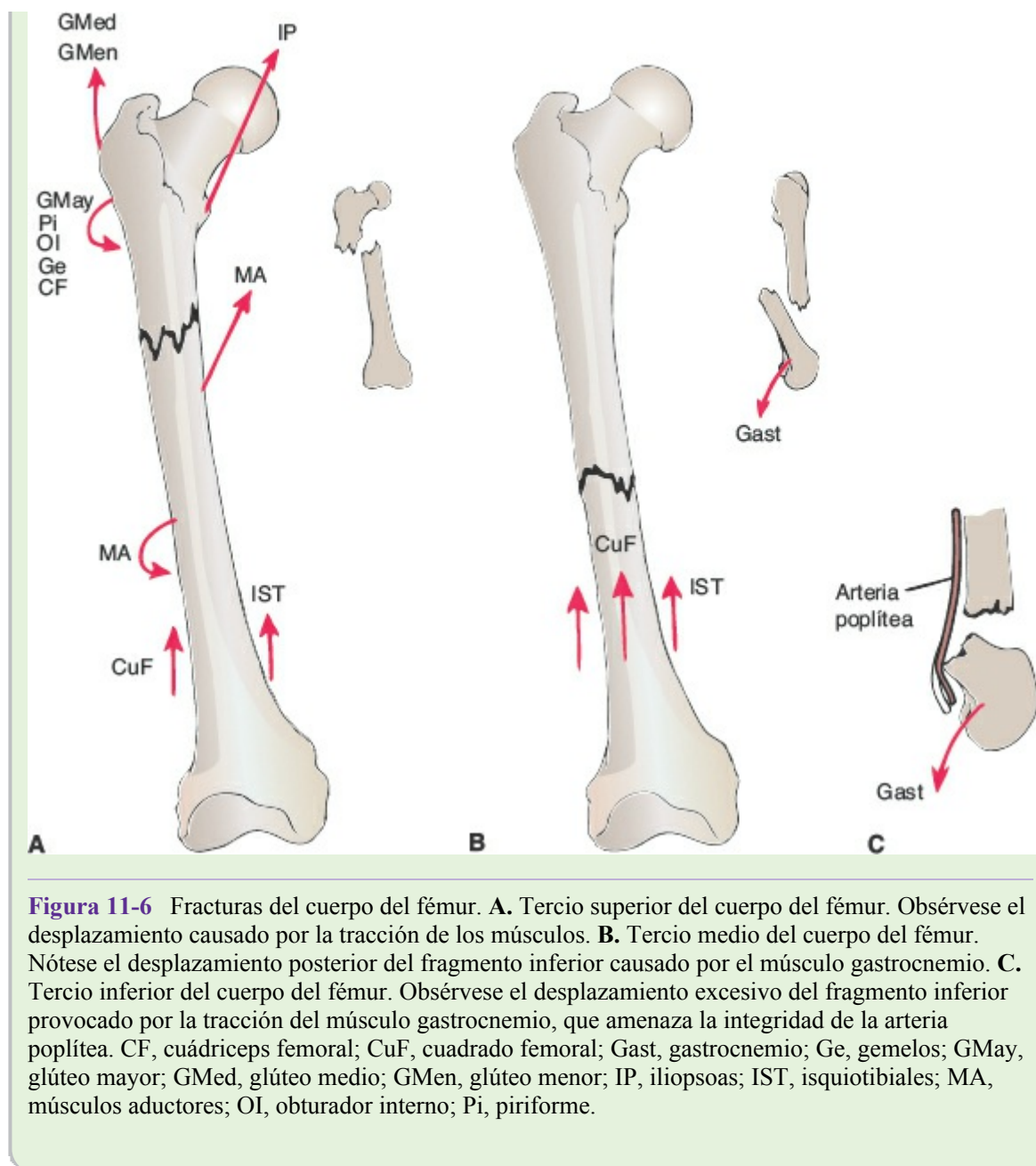


Figura 11-5 A. Fracturas del cuello del fémur. **B.** Desplazamiento del fragmento óseo inferior causado por la tracción de los poderosos músculos del miembro inferior. Téngase en cuenta, en particular, la rotación externa de la pierna de modo que el pie apunta en dirección lateral. CF, cuadrado femoral; GE, gemelos; GM, glúteo mayor; IST, isquiotibiales; MA, músculos aductores; OI, obturador interno; PI, piriforme; RF, recto femoral.



Rodilla

La patela (fig. 11-7) es el **hueso sesamoideo** más grande (se desarrolla dentro del tendón del músculo cuádriceps femoral, en la parte anterior de la rodilla). Es triangular y su vértice se proyecta inferiormente. El **vértice** está conectado con la tuberosidad tibial por el **ligamento patelar**. La cara posterior se articula con los cóndilos del fémur. La patela está en una posición expuesta frente a la articulación de la rodilla y puede palparse fácilmente a través de la piel. Está separada de la piel por una bolsa subcutánea importante, la **bolsa subcutánea prepatelar** (véase fig. 11-59). Los bordes superior, lateral y medial proporcionan inserción a diferentes vientres del músculo cuádriceps femoral.

Tibia

La tibia es el hueso medial de la pierna, la cual recibe el peso del cuerpo (fig. 11-8; véase también fig. 11-7). Se articula con los cóndilos del fémur y la cabeza de la fibula superiormente y con el talo y el extremo distal de la fibula inferiormente. Tiene un extremo superior ensanchado, un extremo inferior más pequeño y un cuerpo.

Los **cóndilos lateral y medial** (a veces denominados *mesetas tibiales lateral y medial*) se localizan en el extremo superior. Estos se articulan con los cóndilos medial y lateral del fémur y los **meniscos lateral y medial**. Las **áreas intercondíleas anterior y posterior** separan las caras articulares superiores de los cóndilos de la tibia. La **eminencia intercondílea** se localiza entre estas áreas (véase fig. 11-7). El cóndilo lateral tiene una pequeña **superficie articular circular para la cabeza de la fibula** en su cara lateral.

El **cuerpo** de la tibia presenta una sección transversal algo triangular, y tres caras y tres bordes. Sus **bordes anterior y medial**, con la cara medial entre ellos, son subcutáneos. El borde anterior es prominente y forma la **espinilla**. La **tuberosidad tibial** se localiza en la unión del borde anterior con el extremo superior de la tibia y recibe la inserción del ligamento patelar. El borde anterior está redondeado en su cara inferior, donde es continuo con el maléolo medial. El **borde lateral (interóseo)** recibe la inserción de la membrana interósea. La cara posterior del cuerpo muestra una línea oblicua, la **línea del sóleo**, para la inserción del músculo sóleo.

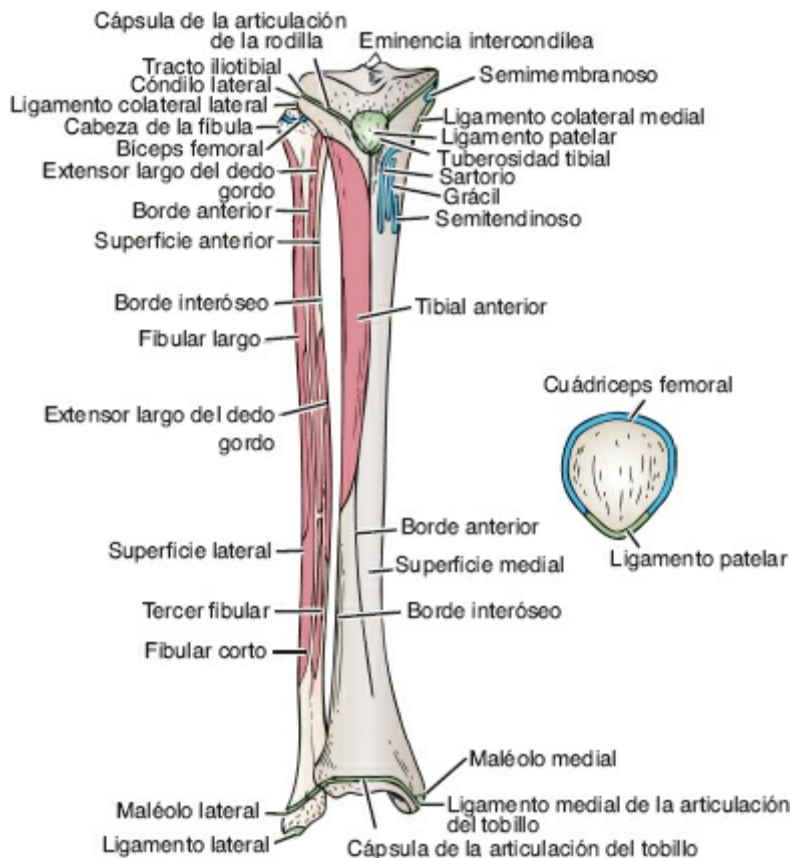


Figura 11-7 Inserciones musculares y ligamentosas en las caras anteriores de la tibia y la fíbula derechas. También se muestran las inserciones de la patela.

El **extremo inferior de la tibia** se expande ligeramente y muestra una superficie articular con forma de silla de montar para el talo en su cara inferior. El extremo inferior se prolonga inferior y medialmente para formar el gran **maléolo medial**. La cara lateral del maléolo medial se articula con el talo. La cara lateral del extremo inferior de la tibia muestra una depresión amplia y áspera para la articulación con la fíbula.

Las inserciones musculares y ligamentosas de la tibia se muestran en las [figuras 11-7 y 11-8](#).

Fíbula

La fíbula es el delgado hueso lateral de la pierna (*véanse* [figs. 11-7 y 11-8](#)). No forma parte de la articulación de la rodilla, pero participa en la del tobillo. No interviene en el soporte del peso corporal, pero sirve como sitio de inserción muscular. La fíbula tiene un extremo superior que se expande, un cuerpo y un extremo inferior.

El extremo superior, o **cabeza**, tiene un **proceso estiloides** y una **superficie articular** para la articulación con el cóndilo lateral de la tibia.

El **cuerpo** de la fíbula es largo y delgado. En general, tiene cuatro bordes y cuatro caras. El **borde medial (interóseo)** ofrece inserción a la membrana interósea.

El **extremo inferior** de la fíbula forma el **maléolo lateral**, triangular, que es subcutáneo. En la cara medial de dicho maléolo lateral se ubica una **superficie articular** triangular para la articulación con la cara lateral del talo. Una depresión llamada **fosa maleolar** se ubica posteroinferiormente a la superficie articular. Los músculos y ligamentos relevantes insertados en la fíbula se muestran en las [figuras 11-7 y 11-8](#).

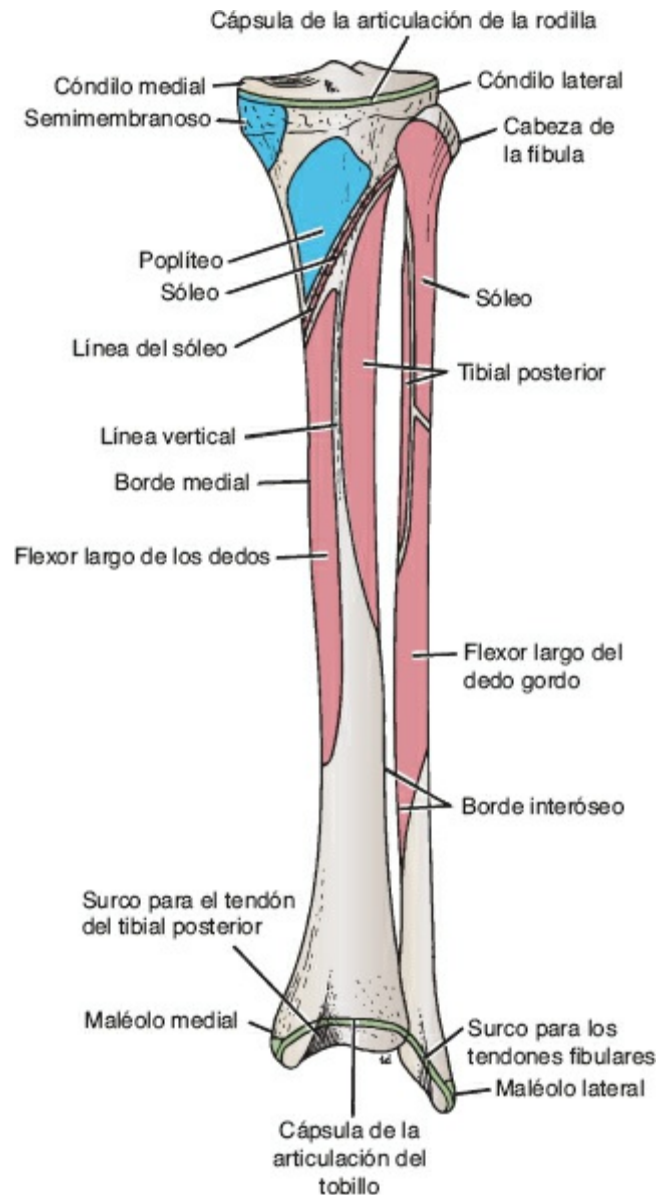


Figura 11-8 Inserciones musculares y ligamentosas en las caras posteriores de la tibia y la fibula derechas.



Notas clínicas

Dislocaciones de rodilla

La patela es un hueso sesamoideo que se localiza dentro del tendón del cuádriceps. Las fibras horizontales inferiores del músculo vasto medial y el gran tamaño del cóndilo lateral del fémur evitan que la patela se desplace lateralmente durante la acción del cuádriceps. Las dislocaciones congénitas recurrentes de la patela se deben al subdesarrollo del cóndilo lateral del fémur. La dislocación traumática de la patela se debe a un traumatismo directo en las uniones patelares del cuádriceps (especialmente del vasto medial), con o sin fractura de la patela.

Fracturas de rodilla

Una patela fracturada como resultado de un impacto directo, como en un accidente automovilístico, se rompe en varios fragmentos pequeños. Se observa poca separación de los fragmentos porque el hueso se localiza dentro del tendón del cuádriceps femoral. La estrecha relación de la patela con la piel que la reviste puede hacer que la fractura quede expuesta (abierta). La fractura de la patela

como resultado de un traumatismo indirecto se debe a la contracción repentina del cuádriceps, que rompe la patela en la cara anterior de los cóndilos del fémur. La rodilla está en posición semiflexionada y la línea de fractura es transversal. En estos casos sí suele haber separación de los fragmentos.

Fracturas de tibia y fibula

Las fracturas de la tibia y la fibula son frecuentes. Si solo se fractura un hueso, el otro actúa como una férula y el desplazamiento es mínimo. Las fracturas del cuerpo de la tibia a menudo son expuestas porque toda la longitud de la cara medial está cubierta solo por la piel y la fascia superficial. Las fracturas del tercio distal del cuerpo de la tibia son propensas a retrasos en la consolidación o a pseudoartrosis. Ello puede deberse al desgarramiento de la arteria nutricia en la línea de fractura, con la consiguiente reducción del flujo de sangre al fragmento distal. También es posible que la fibula intacta, actuando como férula, impida que los fragmentos proximales y distales entren en aposición.

Las fracturas del extremo proximal de la tibia, en los cóndilos de la tibia (meseta tibial), son frecuentes en las personas de mediana edad y en adultos mayores. En general, son el resultado de un golpe directo en la cara lateral de la articulación de la rodilla, como ocurre con los golpes con el parachoques de un automóvil. El cóndilo de la tibia puede presentar una fractura con o sin depresión, o la línea de fractura puede pasar entre ambos cóndilos en la región de la eminencia intercondílea. Las fracturas del extremo distal de la tibia se analizan con la articulación del tobillo (véase luego).

Punción intraósea de la tibia en lactantes

Esta técnica puede utilizarse para la infusión de líquidos y sangre cuando no ha sido posible colocar una vía intravenosa. El procedimiento es fácil y rápido de realizar, de la siguiente manera:

1. Con la pierna distal adecuadamente sostenida, se palpa la cara anterior subcutánea de la tibia.
2. La piel se anestesia a unos 2,5 cm en dirección distal a la tuberosidad tibial, bloqueando así el ramo infrapatelar del nervio safeno.
3. Se introduce una aguja para médula ósea en ángulo recto a través de la piel, la fascia superficial, la fascia profunda, el periostio tibial y la corteza de la tibia. Cuando la punta de la aguja alcanza la médula ósea, el operador percibe menor resistencia. La posición de la aguja en la médula puede confirmarse con aspiración. La aguja debe orientarse en dirección ligeramente caudal a fin de evitar lesiones en la placa epifisaria del extremo proximal de la tibia. La transfusión puede comenzar a partir de entonces.

Huesos del pie

Los huesos del pie son los **huesos del tarso**, los **metatarsianos** y las **falanges**. Las agrupaciones generales son similares a las de los huesos del carpo, los metacarpianos y las falanges en el carpo y la mano.

Huesos del tarso

Los huesos del tarso son el **calcáneo**, el **talo**, el **navicular**, el **cuboides** y los **tres huesos cuneiformes**. Solo el hueso talo se articula con los extremos distales de la tibia y la fibula en la articulación del tobillo.

Los huesos del tarso, a diferencia de los huesos del carpo, comienzan a osificarse desde antes del nacimiento. Los centros de osificación del calcáneo y el talo, y con frecuencia los del cuboides, están presentes al nacer. Para el quinto año de vida, la osificación se completa en todos los huesos del tarso.

Hueso calcáneo

El calcáneo es el hueso más grande del pie y forma la prominencia del talón (figs. 11-9 a 11-11). Se articula por encima con el talo y anteriormente con el cuboides. Tiene seis caras.

- La **cara anterior** es pequeña y forma la superficie articular que se articula con el hueso cuboides.
- La **cara posterior** forma la prominencia del talón y proporciona inserción al tendón calcáneo (de Aquiles).
- Dos caras articulares para el talo, separadas por un surco rugoso, el **surco del calcáneo**, dominan la **cara superior**.
- La **cara inferior** tiene un **tubérculo anterior** en la línea media y un gran **tubérculo medial** y uno más pequeño y **lateral** en la unión de las caras inferior y posterior.
- La **cara medial** tiene un gran proceso, similar a un estante, denominado **sustentáculo del talo**, que ayuda a sostener el talo.
- La **cara lateral** es casi plana. Su porción anterior tiene una pequeña elevación denominada **tubérculo fibular (tróclea fibular)**, que separa los tendones de los músculos fibulares largo y corto.

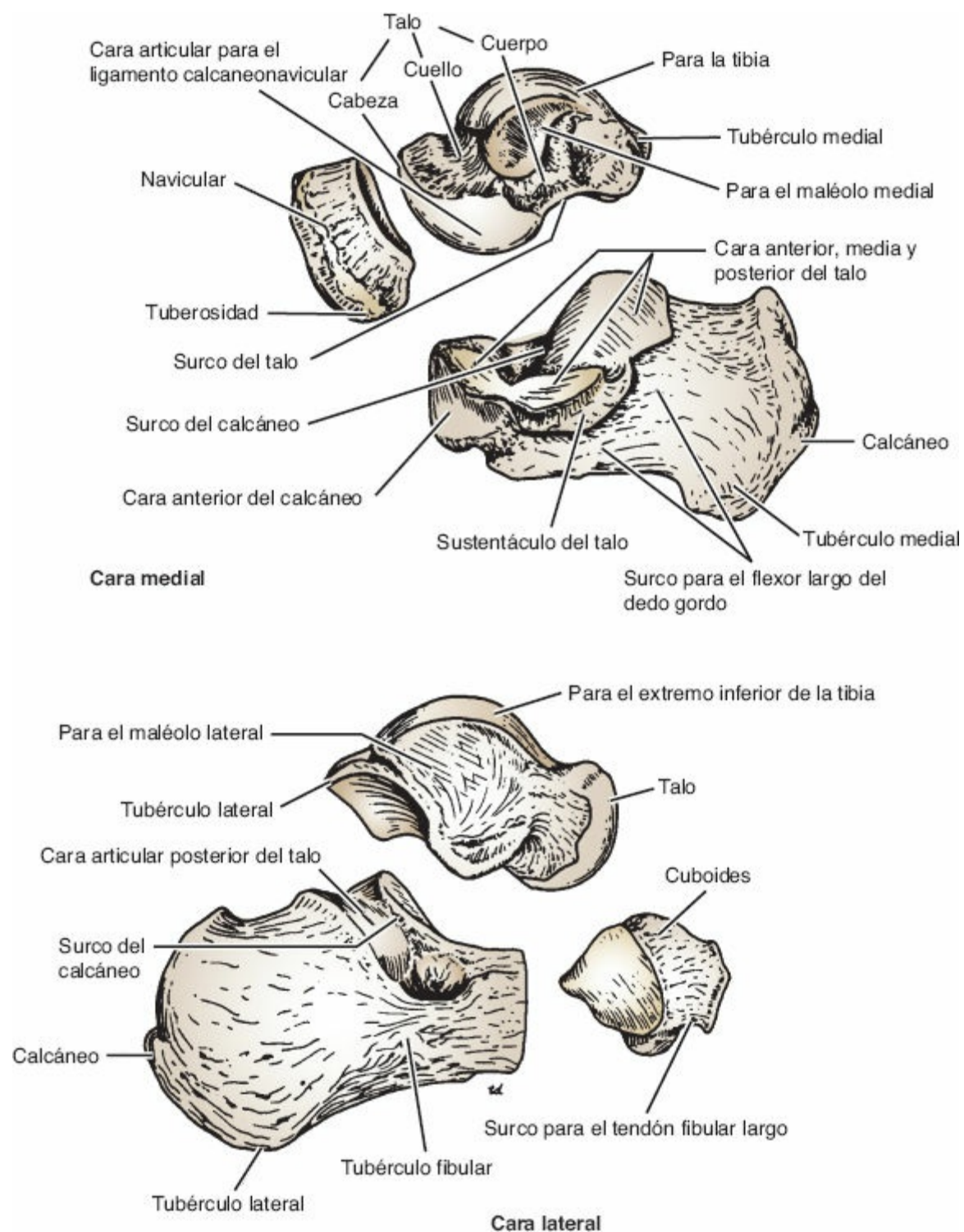


Figura 11-9 Huesos calcáneo, talo, navicular y cuboides.

Las inserciones musculares y ligamentosas del calcáneo se muestran en las figuras 11-10 y 11-11.

Hueso talo

El talo se articula superiormente, en la articulación del tobillo, con la tibia y la fibula, inferiormente con el calcáneo, y anteriormente con el hueso navicular. Tiene una cabeza, un cuello y un cuerpo (véanse figs. 11-9 a 11-11). Diversos

ligamentos importantes se insertan en el talo, que carece de inserciones musculares.

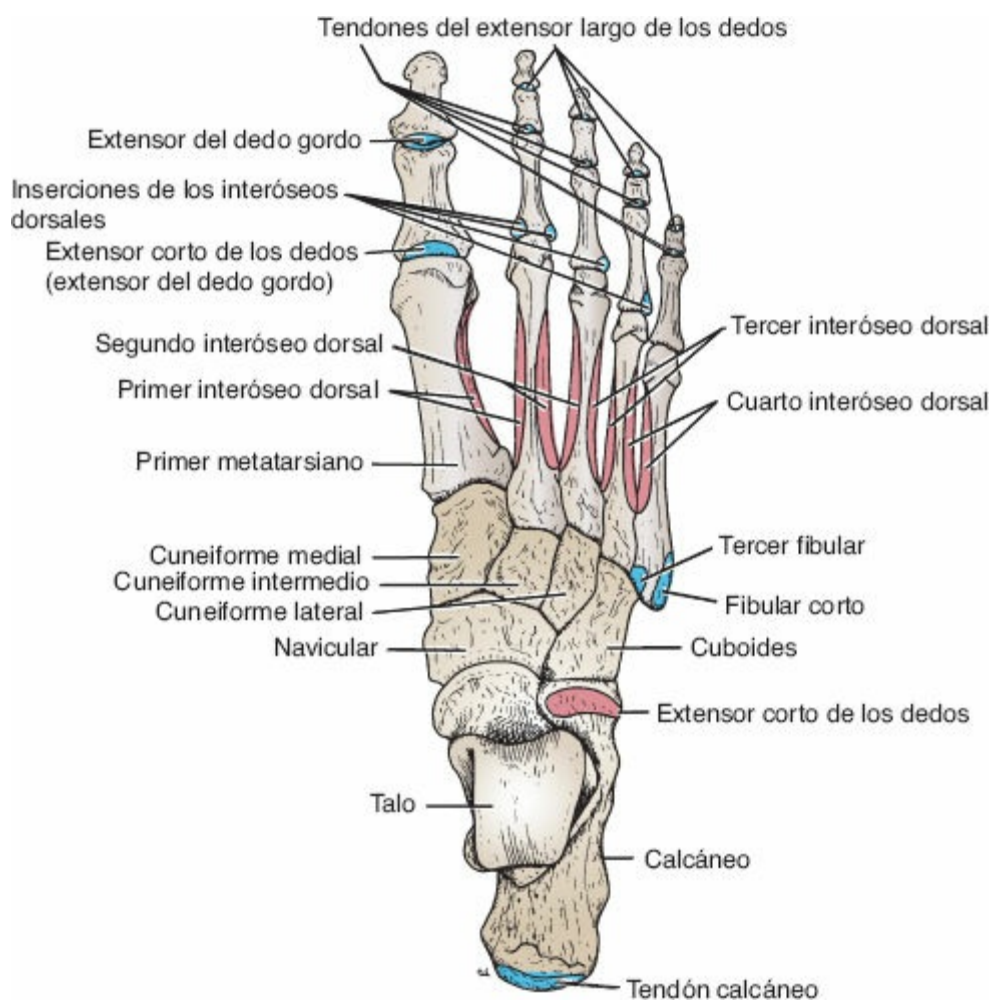


Figura 11-10 Inserciones musculares en la cara dorsal de los huesos del pie derecho.

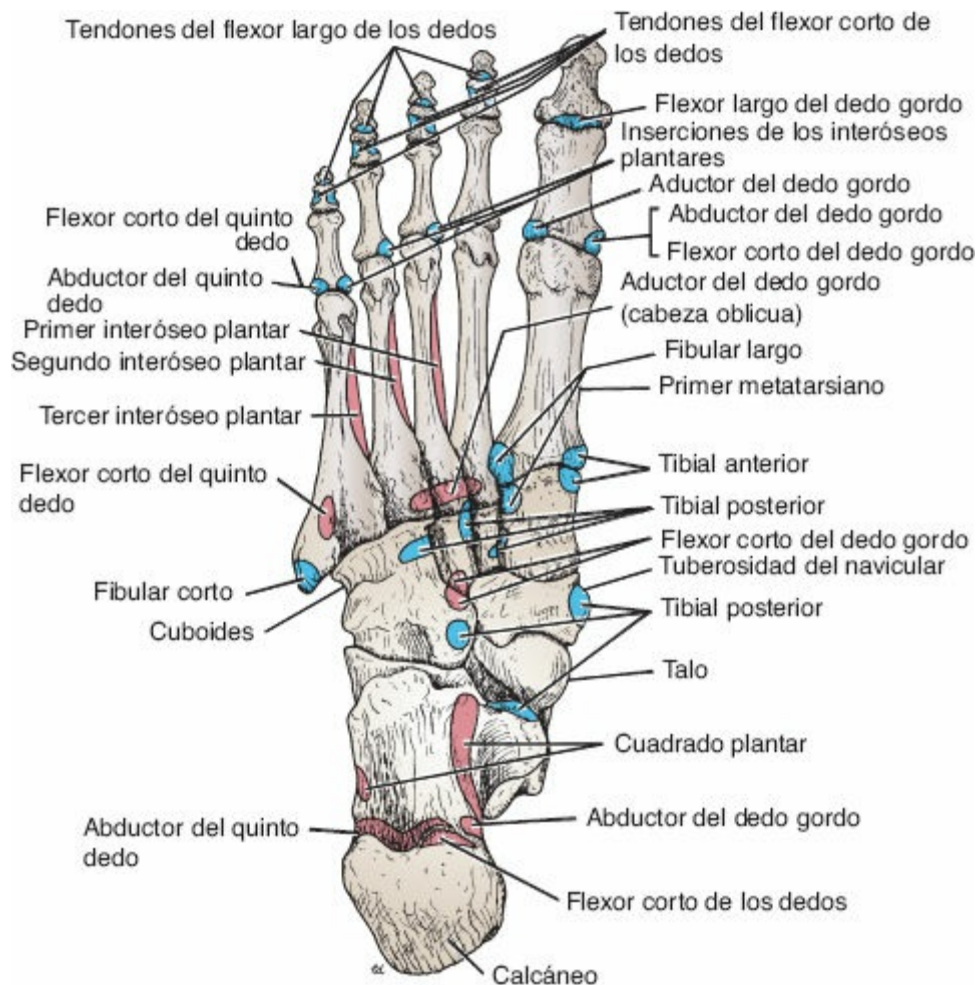


Figura 11-11 Inserciones musculares en la cara plantar de los huesos del pie derecho.

La **cabeza** del talo se proyecta distalmente y tiene una superficie articular convexa y ovalada para la articulación con el hueso navicular. La cara inferior de esta superficie articular es continua, y descansa sobre el sustentáculo del talo posteriormente y con el ligamento calcaneonavicular anteriormente.

El **cuello** del talo se localiza en la porción posterior de la cabeza y se estrecha ligeramente. Su cara superior es rugosa y proporciona la inserción a los ligamentos, y su cara inferior muestra un surco profundo, el **surco del talo**. El surco del talo y el del calcáneo en el pie articulado forman un túnel, el **seno del tarso**, ocupado por un fuerte ligamento, el talocalcáneo interóseo.

El **cuerpo** del talo es cúbico. Su cara superior se articula con el extremo distal de la tibia. Su cara lateral presenta una **superficie articular** triangular para la articulación con el maléolo lateral de la fibula. Su cara medial tiene una pequeña **superficie articular** con forma de coma para la articulación con el maléolo medial de la tibia. La cara posterior se caracteriza por la presencia de dos pequeños **tubérculos**, separados por un surco para el tendón del flexor largo del dedo gordo.

Hueso navicular

La **tuberosidad** del navicular (véanse figs. 11-9 a 11-11) puede verse y palpase

en el borde medial del pie unos 2,5 cm por delante y por debajo del maléolo medial. En ella se inserta la porción principal del tendón del tibial posterior.

Hueso cuboides

Un **surco** profundo en la cara inferior del hueso cuboides (véanse figs. 11-9 a 11-11) aloja el tendón del músculo fibular.

Huesos cuneiformes

Los tres pequeños huesos cuneiformes, en forma de cuña (véanse figs. 11-10 y 11-11), se articulan proximalmente con el hueso navicular y distalmente con los tres primeros huesos metatarsianos. Su forma de cuña contribuye en gran medida a la formación y el mantenimiento del arco transversal del pie.

Huesos metatarsianos y falanges

Los huesos metatarsianos y las falanges (véanse figs. 11-10 y 11-11) son similares a los metacarpianos y las falanges de la mano, ya que cada uno tiene una **cabeza** distal, un **cuerpo** y una **base** proximal. Los cinco metatarsianos se numeran desde el medial al lateral, es decir, el primer metatarsiano se alinea con el dedo gordo del pie (*hallux*), y así sucesivamente a través del pie.

El **primer metatarsiano** es un hueso grande y fuerte, y desempeña un papel importante en el sostén del peso del cuerpo. La cara inferior de su cabeza presenta surcos debido a los **huesos sesamoideos medial y lateral**, que se encuentran incluidos en los tendones del flexor breve del dedo gordo.

La base del **quinto metatarsiano** presenta un **tubérculo** prominente que puede palparse fácilmente a lo largo del borde lateral del pie. El tendón del fibular corto se inserta en el tubérculo.

Al igual que con los dedos en la mano, cada dedo del pie tiene tres falanges, excepto el dedo gordo, que solo tiene dos.

REGIÓN GLÚTEA

La región glútea, o nalga, está limitada superiormente por la cresta ilíaca e inferiormente por el pliegue glúteo. La región la componen principalmente los músculos glúteos y una capa gruesa de fascia superficial.

Piel

Los ramos anterior y posterior de los nervios espinales proporcionan los **nervios cutáneos** de la siguiente manera (figs. 11-12 y 11-13):



Notas clínicas

Fracturas del talo

Las fracturas se producen en el cuello o el cuerpo del talo. Las fracturas del cuello ocurren durante la flexión dorsal repentina de la articulación del tobillo cuando el cuello es empujado contra el borde anterior del extremo distal de la tibia. Saltar desde una gran altura puede fracturar el cuerpo del talo, aunque los dos maléolos evitan el desplazamiento de los fragmentos.

Fracturas del calcáneo

Las fracturas por compresión del calcáneo se producen por caídas desde alturas elevadas. El peso del cuerpo empuja inferiormente el talo hacia el calcáneo, aplastándolo de tal manera que pierde altura vertical y se ensancha lateralmente. La porción posterior del calcáneo superior a la inserción del tendón calcáneo puede fracturarse por el desplazamiento posterior del talo. El sustentáculo del talo puede fracturarse por inversión forzada del pie.

Fracturas metatarsianas

La base del quinto metatarsiano puede fracturarse durante la inversión forzada del pie; en este momento, el tendón de inserción del músculo fibular corto tira de la base del tubérculo del metatarsiano.

La fractura por sobrecarga de un hueso metatarsiano es habitual en corredores y después de largos períodos de caminata. Ocurre con mayor frecuencia en el tercio distal del segundo, tercer o cuarto huesos metatarsianos. Se produce un desplazamiento mínimo debido a la inserción de los músculos interóseos.

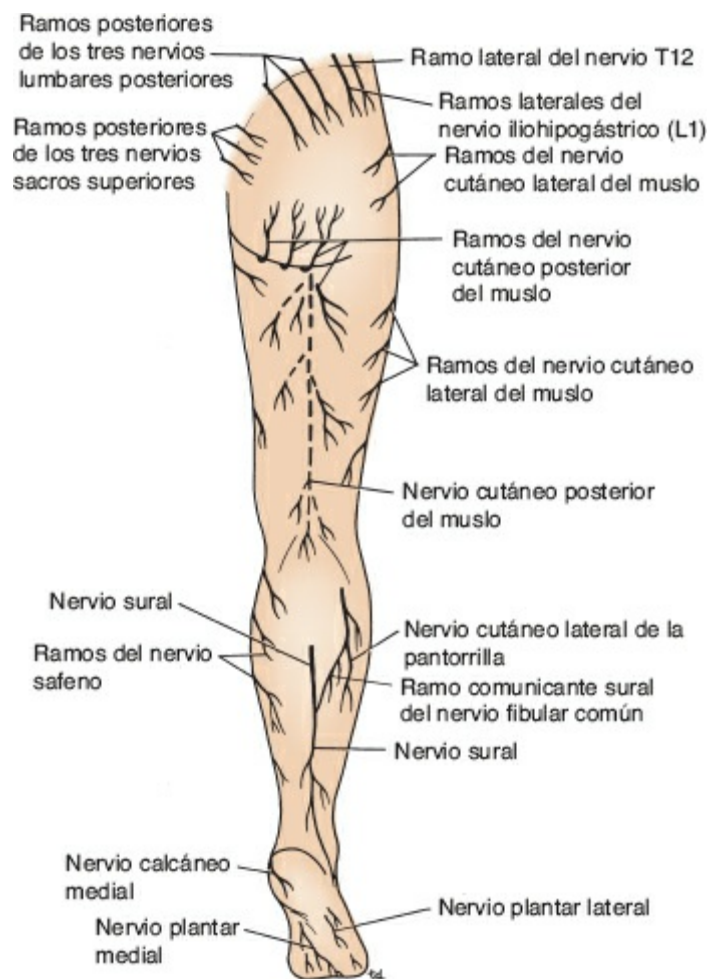


Figura 11-12 Nervios cutáneos de la cara posterior del miembro inferior derecho.

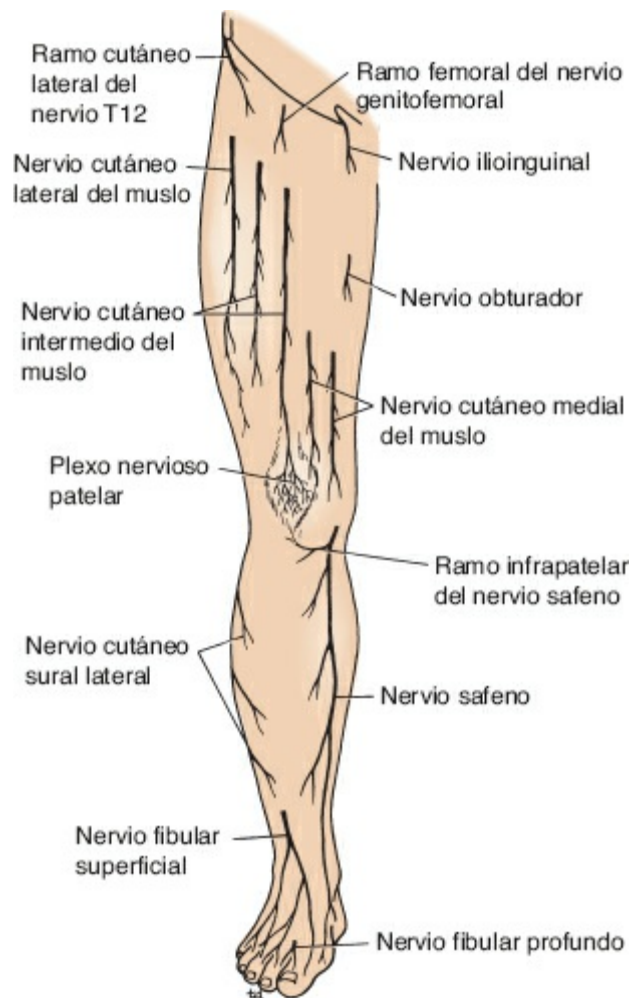


Figura 11-13 Nervios cutáneos de la cara anterior del miembro inferior derecho.

- **Cuadrante medial superior.** Inervado por los ramos posteriores de los tres nervios lumbares superiores y los tres nervios sacros superiores.
- **Cuadrante lateral superior.** Inervado por los ramos laterales de las ramos anteriores del nervio iliohipogástrico (L1) y del duodécimo nervio torácico (T12).
- **Cuadrante lateral inferior.** Inervado por ramos del nervio cutáneo lateral del muslo (L2 y L3, ramos anteriores).
- **Cuadrante medial inferior.** Inervado por ramos del nervio cutáneo posterior del muslo (S1, S2 y S3, ramos anteriores).

Los pequeños ramos de los nervios sacro inferior y coccígeo inervan la piel sobre el cóccix en el suelo del surco interglúteo.

Los **vasos linfáticos** drenan en el **grupo lateral de los nódulos linfáticos inguinales superficiales** (figs. 11-14 y 11-15).

Fascia

La **fascia superficial** (tejido subcutáneo) es gruesa, especialmente en las mujeres. Contiene grandes cantidades de grasa que contribuyen con la

prominencia de la nalga.

La **fascia profunda** es continua inferiormente con la aponeurosis profunda, o **fascia lata**, del muslo. En la región glútea, se divide para rodear el músculo glúteo mayor (fig. 11-16). Por encima del glúteo mayor, continúa como una sola capa que cubre la cara externa del glúteo medio y se inserta en la cresta ilíaca. En la cara lateral del muslo, la fascia lata se vuelve más gruesa para formar una banda ancha y fuerte, el **tracto iliotibial (banda iliotibial)** (véase fig. 11-16; véanse también figs. 11-21 y 11-24). Este se une superiormente con el tubérculo ilíaco e inferiormente con el cóndilo lateral de la tibia. El tracto iliotibial forma una vaina para el músculo tensor de la fascia lata y recibe la mayor parte de la inserción del glúteo mayor.

Ligamentos y forámenes

Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso son dos estructuras prominentes en la región glútea (figs. 11-17 y 11-18; véase también fig. 8-1). Estabilizan el sacro y previenen su rotación en la articulación sacroilíaca por el peso de la columna vertebral. El **ligamento sacrotuberoso** conecta el dorso del sacro con la tuberosidad isquiática. El **ligamento sacroespinoso** conecta el dorso del sacro con la espina isquiática. La disposición de estos ligamentos forma los forámenes ciáticos mayor y menor (véanse figs. 8-9 y 8-11).

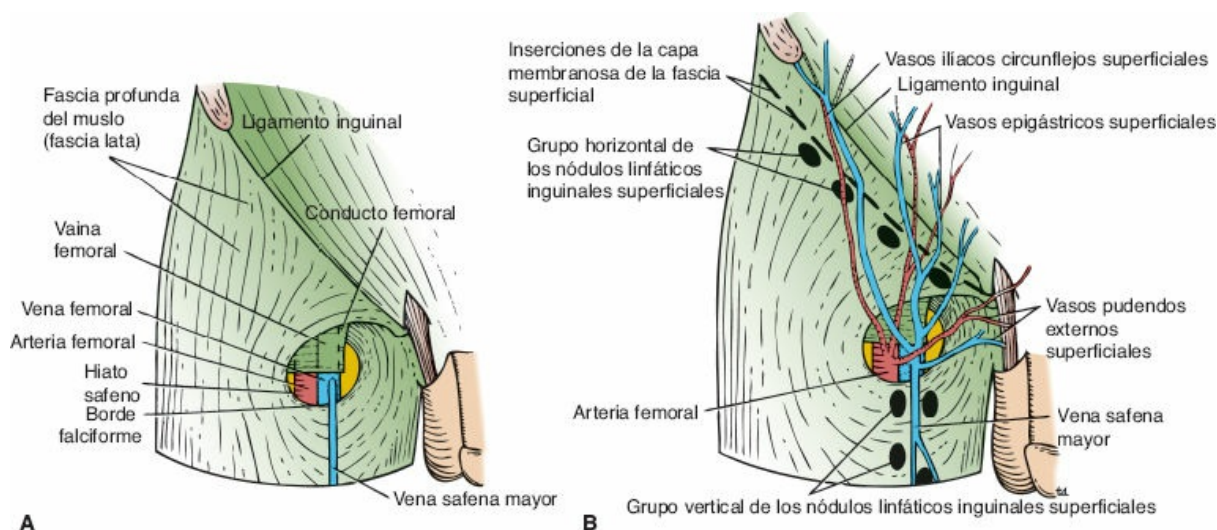


Figura 11-14 A,B. Venas superficiales, arterias y nódulos linfáticos sobre el triángulo femoral derecho. Nótese el hiato safeno en la fascia profunda y su relación con la vaina femoral. Obsérvese también la línea de inserción de la capa membranosa de la fascia superficial a la fascia profunda, alrededor de un dedo por debajo del ligamento inguinal.

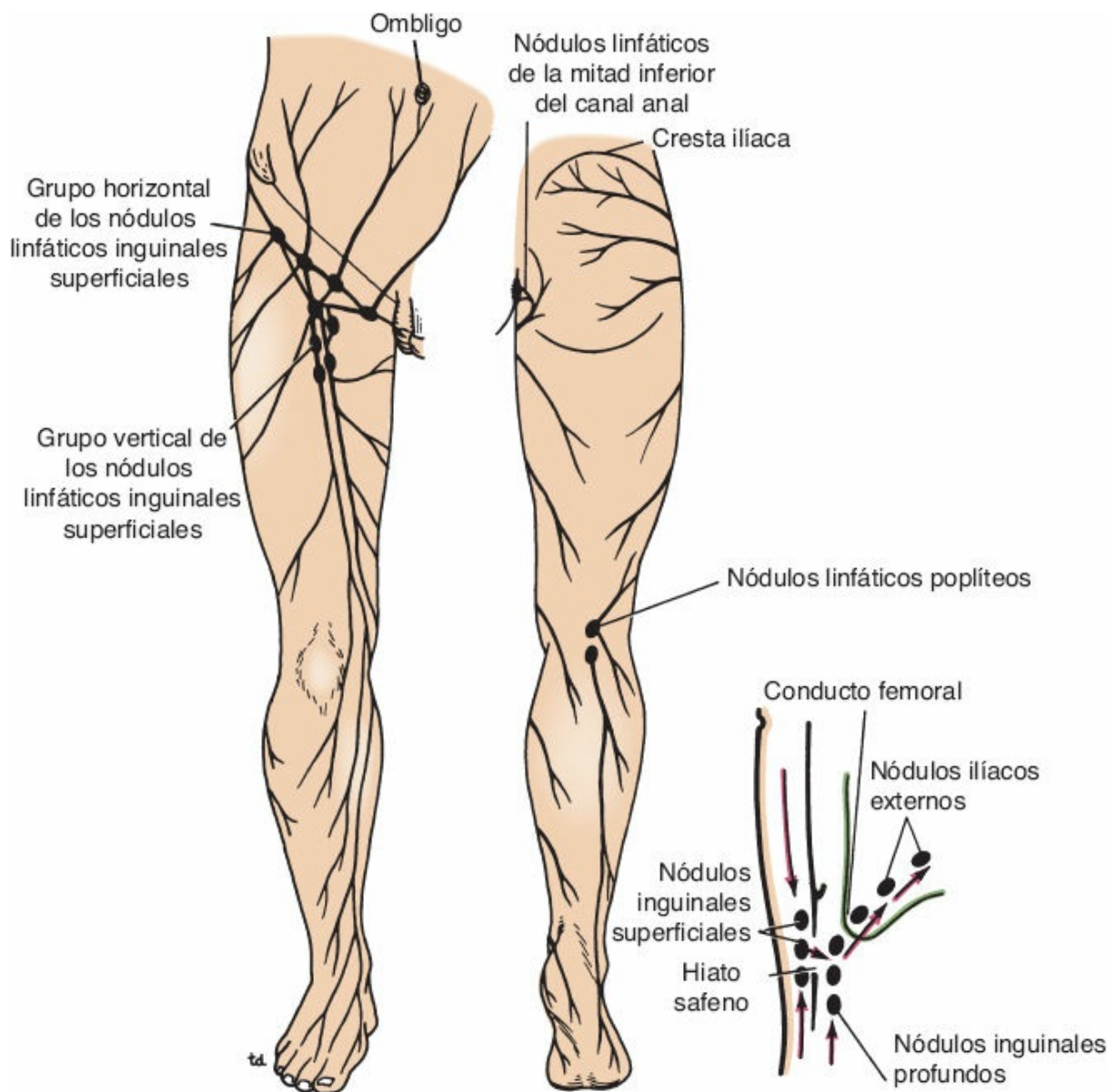


Figura 11-15 Drenaje linfático para los tejidos superficiales del miembro inferior derecho y las paredes abdominales inferiores al nivel del ombligo. Obsérvese la disposición de los nódulos linfáticos inguinales superficiales y profundos y su relación con el hiato safeno en la fascia profunda. Nótese también que toda la linfa de estos nódulos drena en los nódulos ilíacos externos a través del canal femoral.

El **foramen ciático mayor** (véase [fig. 6-11](#)) está formado por la escotadura ciática mayor del hueso coxal y los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso. Proporciona una salida desde la pelvis hacia la región glútea.

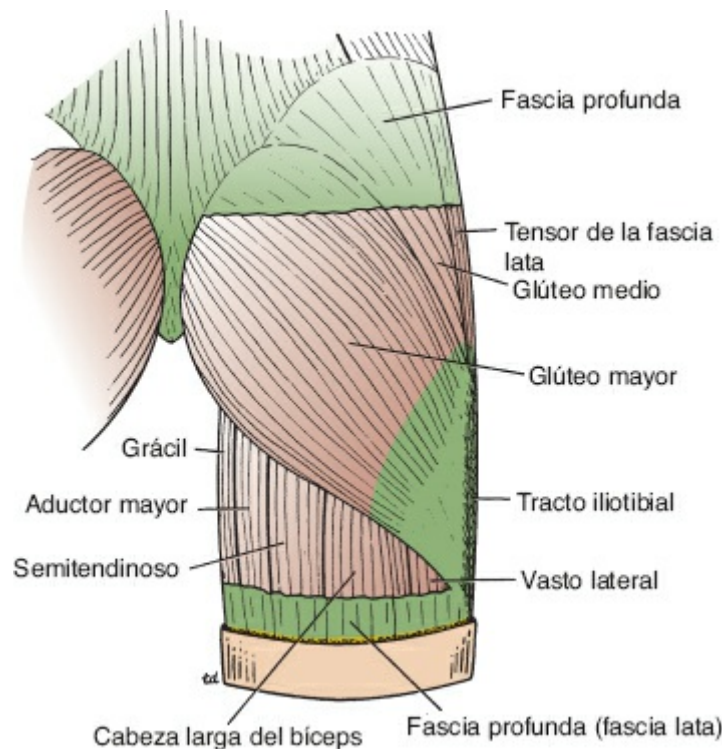


Figura 11-16 Músculo glúteo mayor derecho.

Las siguientes estructuras salen por el foramen ciático mayor (véanse [figs. 11-17](#) y [11-18](#)):

- Músculo piriforme
- Nervio ciático
- Nervio cutáneo posterior del muslo
- Nervios glúteos superior e inferior
- Arterias y venas glúteas superiores e inferiores
- Nervios del obturador interno y el cuadrado femoral
- Nervio pudendo
- Arteria y vena pudendas internas

El **foramen ciático menor** (véase [fig. 6-11](#)) está formado por la escotadura ciática menor del hueso coxal y los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso. Proporciona una entrada al periné desde la región glútea. Su presencia permite que los nervios y vasos sanguíneos que han salido de la pelvis a través del foramen ciático mayor por encima del suelo pélvico entren en el periné por debajo del suelo pélvico.

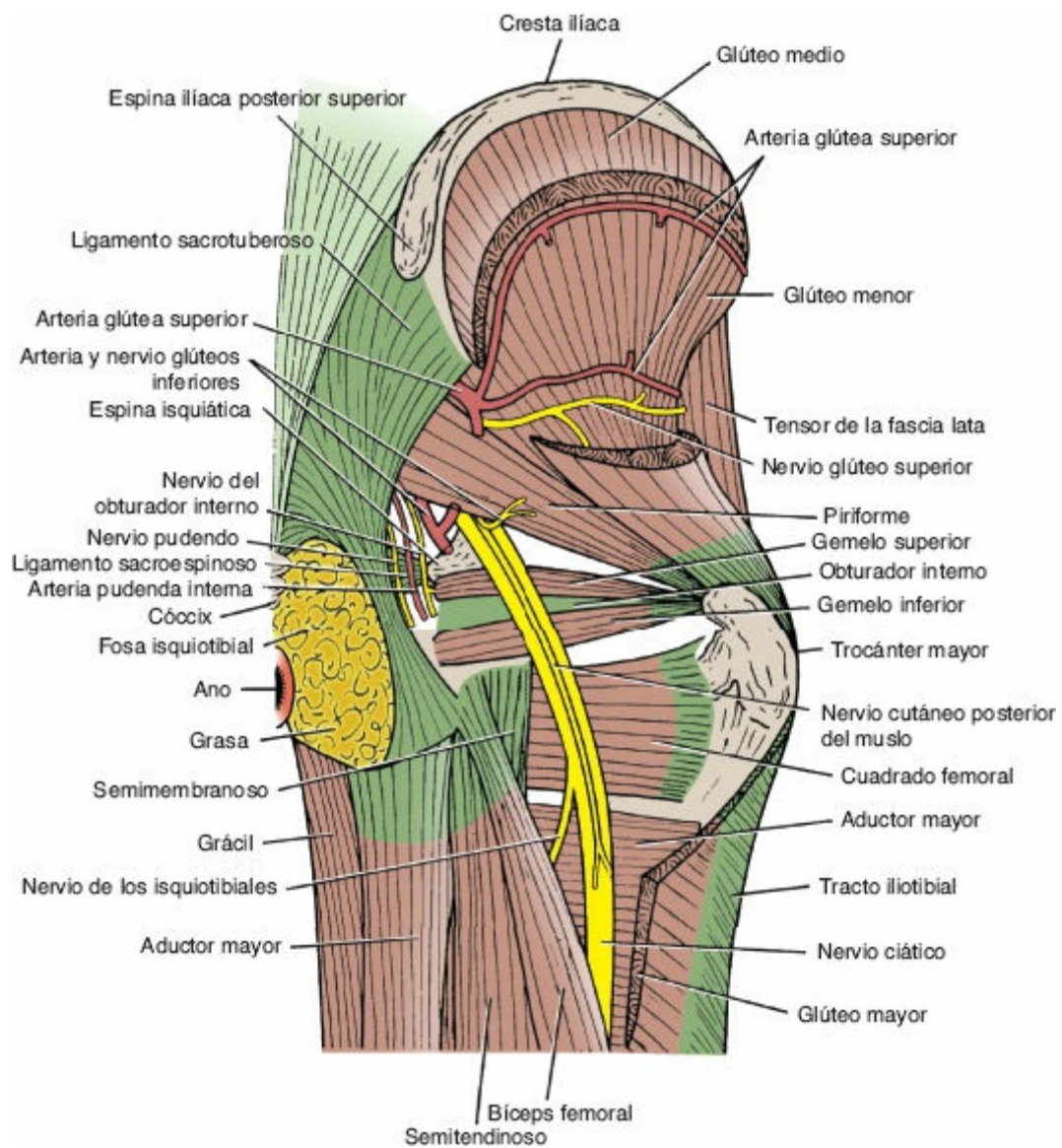


Figura 11-17 Estructuras en la región glútea derecha. La mayor parte del glúteo mayor y parte del glúteo medio se han retirado.

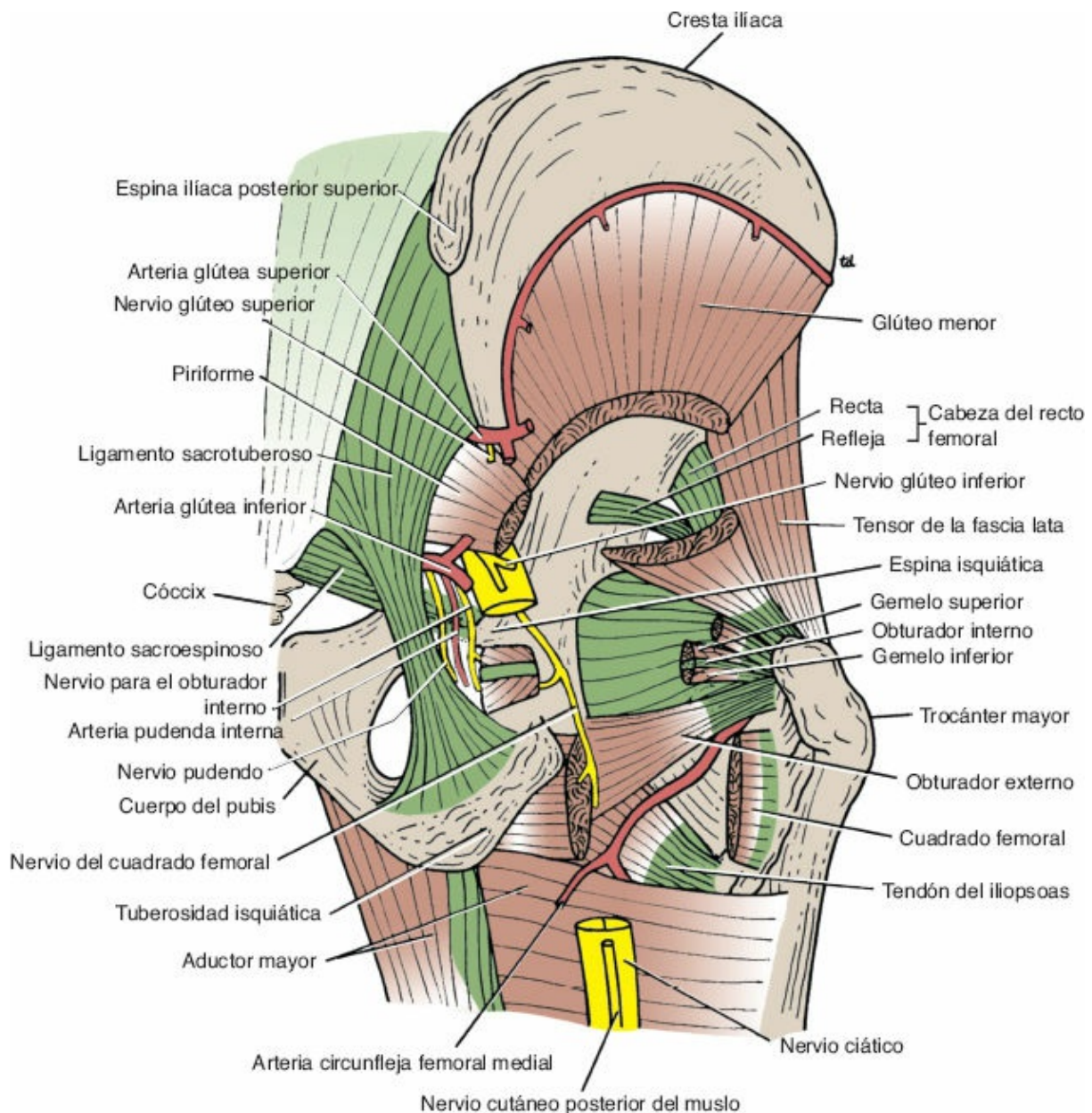


Figura 11-18 Estructuras profundas en la región glútea derecha; el glúteo mayor y el glúteo medio se han retirado por completo.

Las siguientes estructuras pasan a través del foramen ciático menor (*véanse* [figs. 11-17](#) y [11-18](#)):

- Tendón del músculo obturador interno
- Nervio obturador interno
- Nervio pudendo
- Arteria y vena pudendas internas

Músculos de la región glútea

Los músculos de la región glútea incluyen el glúteo mayor, el glúteo medio, el glúteo menor, el tensor de la fascia lata, el piriforme, el obturador interno, los gemelos superior e inferior y el cuadrado femoral. Los músculos se muestran en

las [figuras 11-16 a 11-18](#) y se resumen en la [tabla 11-1](#).

Obsérvese lo siguiente:

- El glúteo mayor (*véase* [fig. 11-16](#)) es el músculo más grande del cuerpo. Es superficial en la región glútea y es en gran parte responsable de la prominencia de la nalga.
- El tensor de la fascia lata (*véanse* [figs. 11-16 a 11-18](#)) discurre posteroinferiormente hasta su inserción en el tracto iliotibial y, en consecuencia, ayuda al músculo glúteo mayor a mantener la rodilla en la posición extendida.
- El piriforme (*véase* [fig. 11-17](#)) se localiza parcialmente dentro de la pelvis en su origen. Emerge a través del foramen ciático mayor para entrar en la región glútea. Su posición sirve para separar los vasos y los nervios glúteos superiores de los vasos y los nervios glúteos inferiores.
- El obturador interno es un músculo en forma de abanico que se localiza dentro de la pelvis en su origen. Su tendón emerge a través del foramen ciático menor para entrar en la región glútea (*véanse* [figs. 11-17 y 11-18](#)). El tendón está unido por los gemelos superior e inferior y se inserta en el trocánter mayor del fémur.
- En general, el glúteo mayor se relaciona con tres bolsas: entre el tendón de inserción y el trocánter mayor, entre el tendón de inserción y el vasto lateral, y sobre la tuberosidad isquiática.

Tabla 11-1 Músculos de la región glútea

MÚSCULO	ORIGEN	INSERTIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Glúteo mayor	Cara externa del ilion, sacro, cóccix, ligamento sacrotuberoso	Tracto iliotibial y tuberosidad glútea del fémur	Nervio glúteo inferior	L5; S1, S2	Extiende y rota lateralmente la articulación de la cadera; a través del tracto iliotibial, extiende la articulación de la rodilla.
Glúteo medio	Cara externa del ilion	Cara lateral del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior	L5; S1	Abduce el muslo en la articulación de la cadera; estabiliza la pelvis al caminar para permitir que la pierna opuesta despegue del suelo.
Glúteo menor	Cara externa del ilion	Cara anterior del trocánter mayor del fémur	Nervio glúteo superior	L5; S1	Abduce el muslo en la articulación de la cadera; estabiliza la pelvis al caminar para permitir que la pierna opuesta despegue del suelo.
Tensor de la fascia lata	Cresta ilíaca	Tracto iliotibial	Nervio glúteo superior	L4, L5	Asiste al glúteo mayor para extender la articulación de la rodilla.
Piriforme	Cara anterior del sacro	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Primero y segundo nervios sacros	L5; S1, S2	Rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera.
Obturador interno	Cara interna de la membrana obturatriz	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Plexo sacro	L5; S1	Rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera.
Gemelo superior	Espina isquiática	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Plexo sacro	L5; S1	Rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera.
Gemelo inferior	Tuberosidad isquiática	Borde superior del trocánter mayor del fémur	Plexo sacro	L5; S1	Rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera.
Cuadrado femoral	Borde lateral de la tuberosidad isquiática	Tubérculo cuadrado del fémur	Plexo sacro	L5; S1	Rota lateralmente el en la articulación de la cadera.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Nervios de la región glútea

Todos los nervios de la región glútea descritos a continuación se originan en el plexo sacro.

Nervio ciático

El nervio ciático (L4 y L5; S1, S2 y S3) emerge de la pelvis a través de la parte inferior del foramen ciático mayor (véanse figs. 11-17 y 11-18). Es el nervio más grande del cuerpo y está formado por los **nervios tibial y fibular común**, unidos entre sí por la fascia (figs. 11-19 y 11-20). El nervio aparece inferior al músculo piriforme y se curva inferolateralmente, extendiéndose sucesivamente sobre la raíz de la espina isquiática, el gemelo superior, el obturador interno, el gemelo inferior y el cuadrado femoral, hasta llegar a la cara posterior del aductor mayor (véase fig. 11-17). Se relaciona posteriormente con el nervio cutáneo posterior del muslo y el glúteo mayor. Sale de la región glútea y pasa profundamente a la cabeza larga del bíceps femoral para entrar en la cara posterior del muslo.

A veces, el nervio fibular común deja el nervio ciático en la pelvis y aparece en la región glútea pasando superior a o a través del músculo piriforme.



Notas clínicas

Glúteo mayor e inyecciones intramusculares

El glúteo mayor es un músculo grande y grueso, con robustos fascículos que se pueden separar fácilmente sin daño. El grosor de este músculo lo hace ideal para administrar inyecciones intramusculares. La inyección debe administrarse en una ubicación lo más anterior posible del cuadrante superoexterno de la nalga, para evitar lesiones en el nervio ciático subyacente.

Glúteo mayor y bursitis

La bursitis, o inflamación de una bolsa, puede deberse a un traumatismo agudo o crónico. Una bolsa inflamada se distiende con cantidades excesivas de líquido y puede ser extremadamente dolorosa. Las bolsas relacionadas con el glúteo mayor son propensas a inflamarse.

Glúteo medio y menor y poliomielitis

El nervio glúteo superior (L4, L5 y S1) inerva los músculos glúteo medio y menor. Estos músculos pueden sufrir parálisis cuando la poliomielitis afecta los segmentos lumbares y sacros inferiores de la médula espinal. La parálisis de este grupo muscular interfiere mucho en la capacidad del paciente para estabilizar la pelvis al caminar.

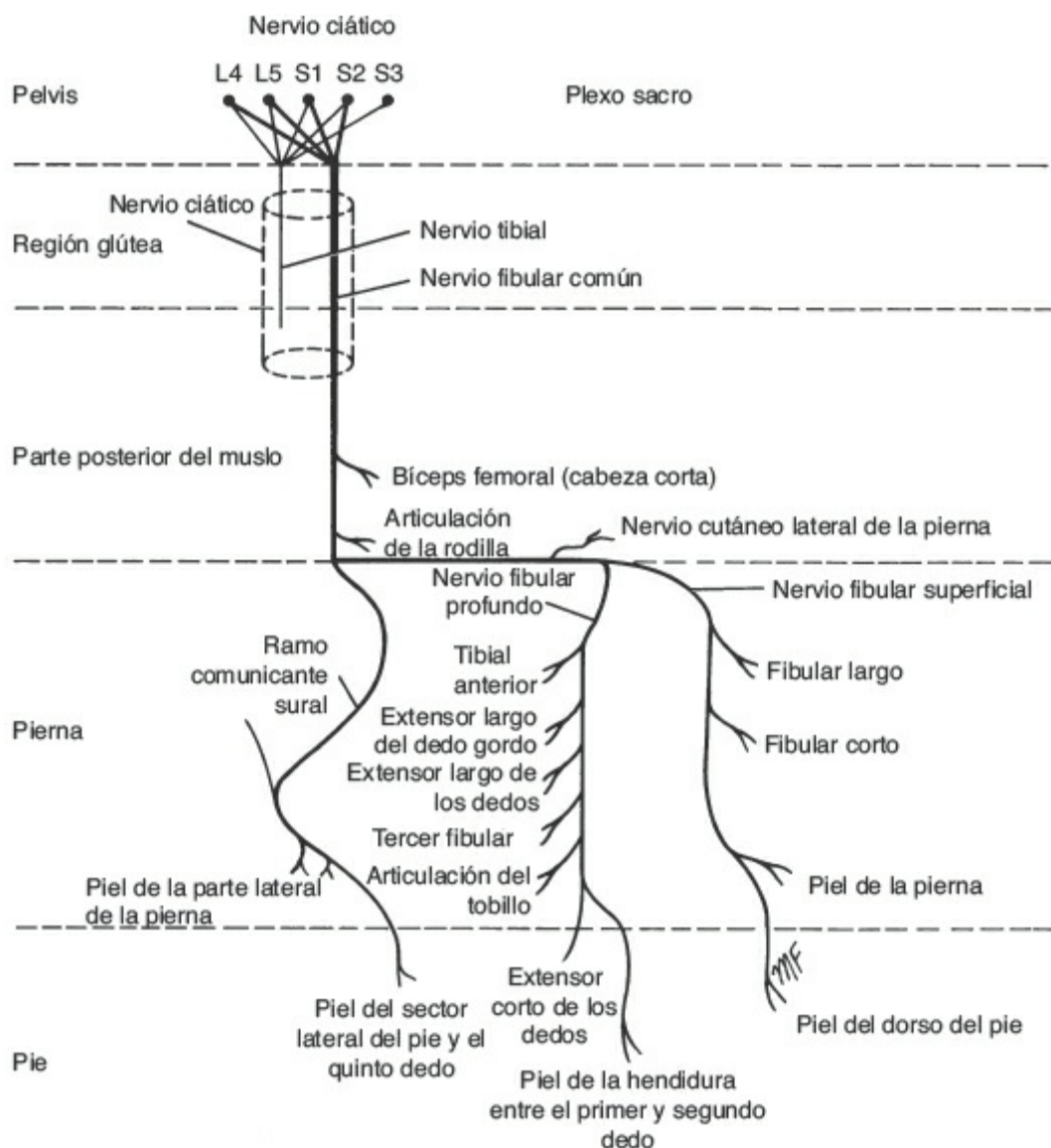


Figura 11-19 Resumen del origen del nervio ciático y los ramos principales del nervio fibular común.

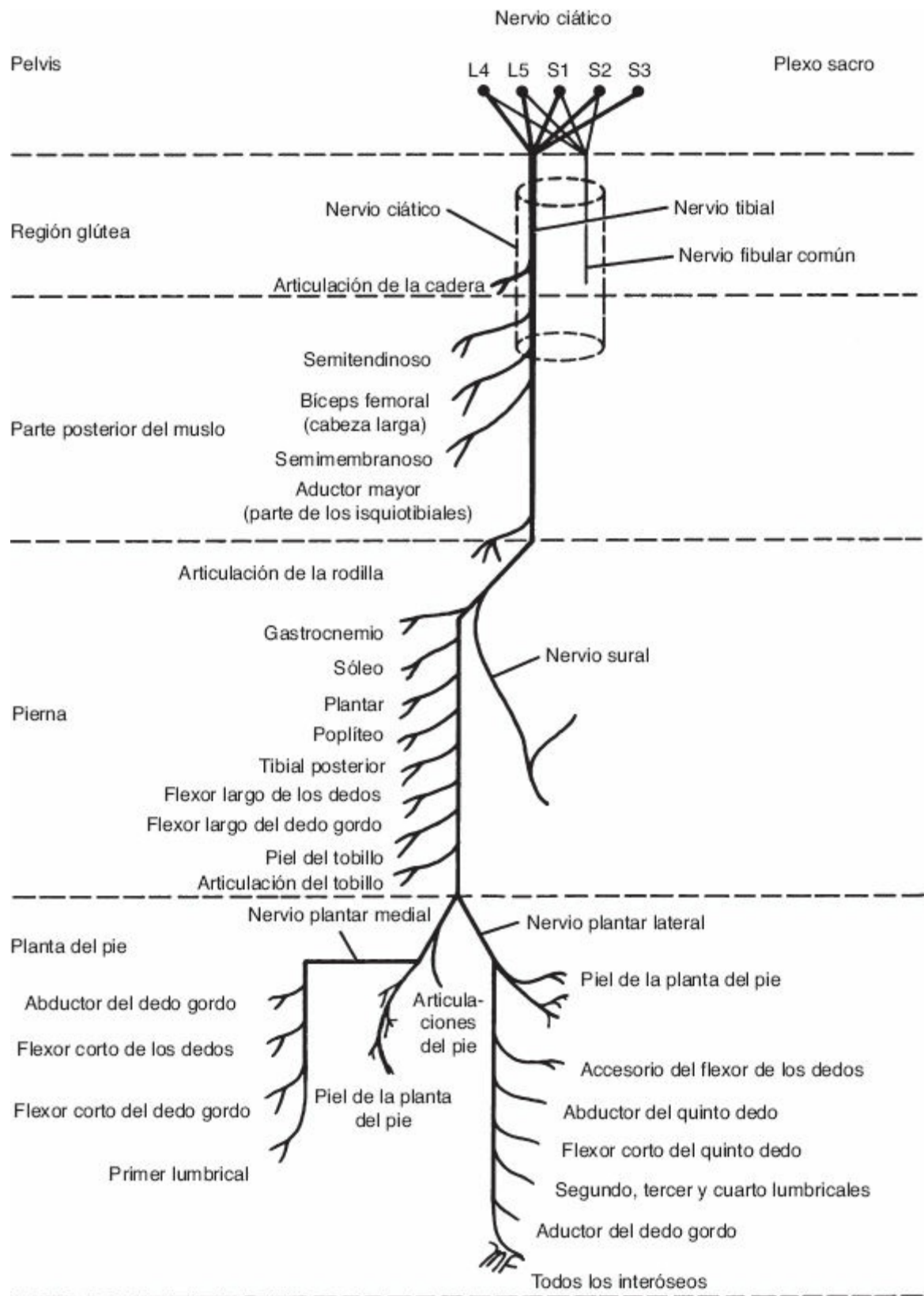


Figura 11-20 Resumen del origen del nervio ciático y los ramos principales del nervio tibial.

En general, el nervio ciático no se ramifica en la región glútea.

Nervio cutáneo posterior del muslo

El nervio cutáneo posterior del muslo entra en la región glútea a través de la parte inferior del foramen ciático mayor inferior al músculo piriforme (véase [fig. 11-17](#)). Pasa inferiormente sobre la cara posterior del nervio ciático y discurre por la cara posterior del muslo por debajo de la fascia profunda. Inerva la piel en la fosa poplítea.

Ramos

- **Ramos glúteos** para la piel sobre el cuadrante medial inferior de la nalga (véase [fig. 11-12](#)).
- **Ramo perineal** para la piel de la cara posterior del escroto o los labios mayores.
- **Ramos cutáneos** para la cara posterior del muslo y la parte superior de la pierna.

Nervio glúteo superior

El nervio glúteo superior sale de la pelvis a través de la parte superior del foramen ciático mayor por debajo del piriforme (véase [fig. 11-17](#)). Discurre anteriormente entre los glúteos medio y menor, inerva ambos músculos y finalmente inerva el tensor de la fascia lata.

Nervio glúteo inferior

El nervio glúteo inferior sale de la pelvis a través de la parte inferior del foramen ciático mayor inferior al piriforme (véanse [figs. 11-17](#) y [11-18](#)). Inerva el músculo glúteo mayor.

Nervio del cuadrado femoral

El nervio del cuadrado femoral sale de la pelvis a través de la parte inferior del foramen ciático mayor (véase [fig. 11-18](#)). Termina inervando el cuadrado femoral y el gemelo inferior.

Nervios pudendo y del obturador interno

El nervio pudendo y el nervio del obturador interno salen de la pelvis a través de la parte inferior del foramen ciático mayor, por debajo del piriforme (véanse [figs. 11-17](#) y [11-18](#)). Cruzan la espina isquiática con la arteria pudenda interna e inmediatamente después vuelven a entrar en la pelvis a través del foramen ciático menor. Después se ubican en la cara posterior de la fosa isquioanal (véase [cap. 10](#)). El nervio pudendo inerva estructuras perineales. El nervio del obturador interno inerva la cara pélvica del músculo obturador interno.

Arterias de la región glútea

Las arterias glúteas superior e inferior son los vasos principales de la

vascularización de la región glútea. Ambas son ramas de la arteria ilíaca interna dentro de la cavidad pélvica, y ambas contribuyen con las principales redes colaterales alrededor de la cadera.

Arteria glútea superior

La arteria glútea superior entra en la región glútea a través de la parte superior del foramen ciático mayor, por encima del piriforme (véanse [figs. 11-17](#) y [11-18](#)). Se divide en ramas que se distribuyen a lo largo de la región glútea, pero su flujo principal se dirige a través del espacio fascial entre los glúteos medio y menor.

Arteria glútea inferior

La arteria glútea inferior entra en la región glútea a través de la parte inferior del foramen ciático mayor, inferior al piriforme (véanse [figs. 11-17](#) y [11-18](#)). Emite ramas que se extienden a lo largo de la región glútea, incluyendo la importante irrigación al músculo glúteo mayor.

Anastomosis trocantérica

La anastomosis trocantérica proporciona la vascularización principal a la cabeza del fémur. Las arterias nutricias pasan a lo largo del cuello del fémur inferiores a la cápsula. Estas son las arterias que participan en las anastomosis: la arteria glútea superior, la glútea inferior, la circunfleja femoral medial y la circunfleja femoral lateral.

Anastomosis cruciforme

La anastomosis cruzada se localiza a nivel del trocánter menor del fémur y, junto con la anastomosis trocantérica, proporciona una conexión colateral entre las arterias ilíaca interna y femoral. Estas son las siguientes arterias que participan en la anastomosis: la arteria glútea inferior, la circunfleja femoral medial, la circunfleja femoral lateral y la primera perforante, una rama de la arteria femoral profunda.

MUSLO

El *muslo* es el segmento proximal del miembro inferior propiamente dicho, desde la cadera hasta la rodilla. El fémur es el eje óseo del muslo.

Fascia

La **capa grasa de la fascia superficial** en la pared abdominal anterior se extiende hacia el muslo y continúa hacia abajo sobre el miembro inferior (véase [fig. 11-28](#)).

La **capa membranosa de la fascia superficial** de la pared anterior del abdomen se extiende hacia el muslo y se adhiere a la fascia profunda (fascia

lata) un dedo por debajo del ligamento inguinal (véanse [figs. 11-14](#) y [11-28](#)). Esta relación es importante con respecto a la extravasación de orina después de una rotura de la uretra (véase [cap. 6](#)).

La **fascia profunda (fascia lata)** encierra el muslo como si fuera una malla (elástica) ([fig. 11-21](#)). El extremo superior se inserta en la pelvis y el ligamento inguinal. Su cara lateral se engrosa formando el **tracto iliotibial** (véanse [figs. 11-16](#) y [11-21](#)), que se inserta superiormente en el tubérculo ilíaco e inferiormente en el cóndilo lateral de la tibia. El tracto iliotibial recibe la inserción del tensor de la fascia lata y la mayor parte del músculo glúteo mayor. En la región glútea, la fascia profunda forma vainas de envoltura que rodean los músculos tensor de la fascia lata y el glúteo mayor.

El **hiato safeno** es un espacio en la fascia profunda en la cara anterior del muslo, justo inferior al ligamento inguinal. Está relleno de tejido conjuntivo laxo que se conoce como **fascia cribiforme**. Transmite la vena safena mayor, algunas ramas pequeñas de la arteria femoral y los vasos linfáticos (véase [fig. 11-14](#)). El hiato safeno se localiza a unos 4 cm inferolateral al tubérculo del pubis. El **borde falciforme** es el borde lateral inferior del hiato, que se localiza anterior a los vasos femorales (véase [fig. 11-14A](#)). El borde del hiato se curva superior y medialmente, y después lateralmente, por detrás de los vasos femorales, para insertarse en la línea pectínea de la rama superior del pubis.

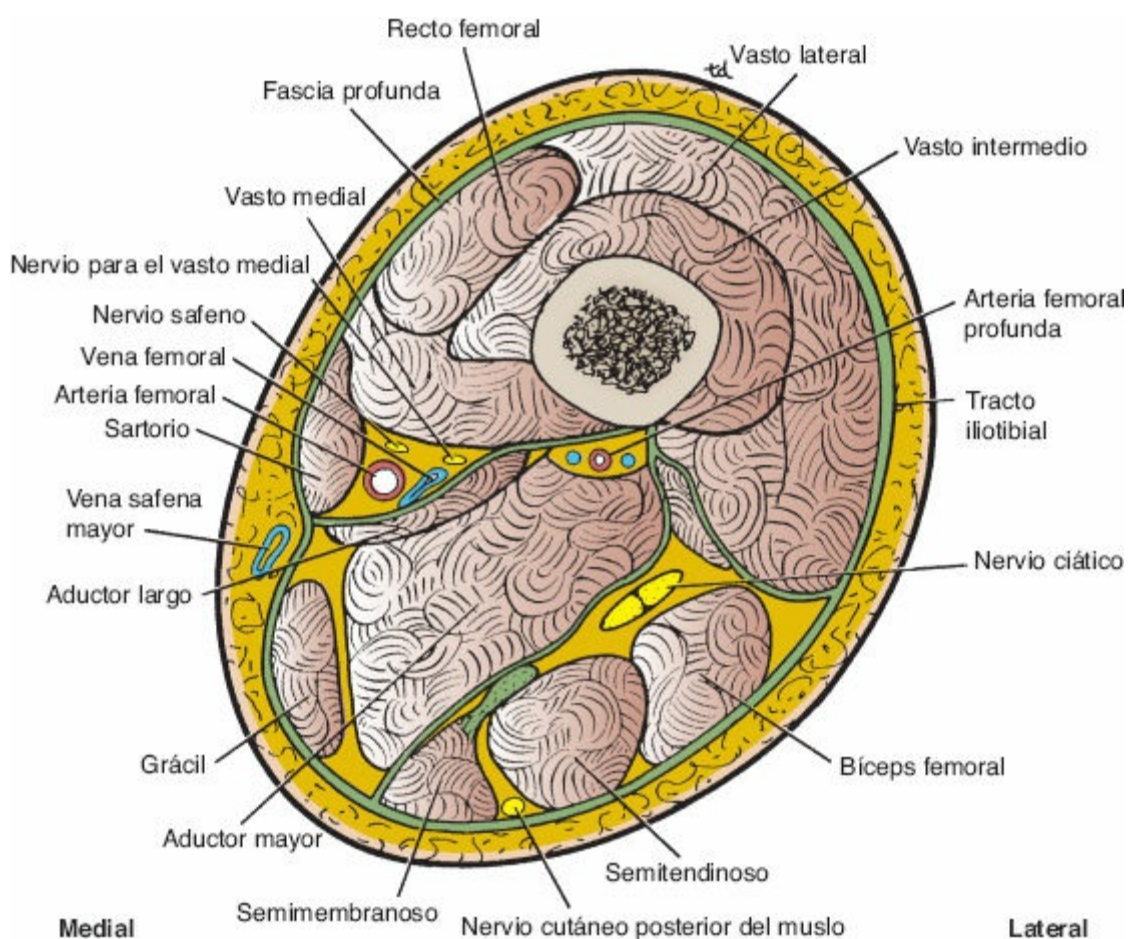


Figura 11-21 Sección transversa a través de la mitad del muslo derecho como se ve desde arriba.

Nervios cutáneos

El **nervio cutáneo lateral del muslo**, un ramo del plexo lumbar (L2 y L3), entra en el muslo posterior al extremo lateral del ligamento inguinal (véase [fig. 11-13](#)). Habiéndose dividido en ramos anterior y posterior, inerva la piel de la cara lateral del muslo y la rodilla. También inerva la piel del cuadrante lateral inferior de la nalga (véase [fig. 11-12](#)).

El ramo **femoral del nervio genitofemoral**, un ramo del plexo lumbar (L1 y L2), entra en el muslo posterior a la mitad del ligamento inguinal e inerva una pequeña área de la piel (véase [fig. 11-13](#)). El **ramo genital** inerva el músculo cremáster.

El **nervio ilioinguinal**, un ramo del plexo lumbar (L1), entra en el muslo a través del anillo inguinal superficial. Se distribuye en la piel de la raíz del pene y la parte adyacente del escroto (o la raíz del clítoris y la parte adyacente de los labios mayores en la mujer) y en un área pequeña de la piel inferior a la porción medial del ligamento inguinal.

El **nervio cutáneo medial del muslo**, un ramo del nervio femoral, inerva la cara medial del muslo y se une al plexo (red) patelar.

El **nervio cutáneo intermedio del muslo**, un ramo del nervio femoral, se divide en dos ramos que inervan la cara anterior del muslo y se une al plexo patelar.

Los ramos de la **división anterior del nervio obturador** inervan un área variable de la piel en la cara medial del muslo.

El **plexo patelar** se localiza anterior a la rodilla y se forma a partir de los ramos terminales de los nervios cutáneo lateral, intermedio y medial del muslo y el ramo infrapatelar del nervio safeno.

El **nervio cutáneo posterior del muslo**, un ramo del plexo sacro, sale de la región glútea desde debajo del borde inferior del músculo glúteo mayor (véase [fig. 11-12](#)). Desciende por la cara posterior del muslo y, en la fosa poplítea, perfora la fascia profunda e inerva la piel. Emite numerosos ramos a la piel en la cara posterior del muslo y en la parte superior de la pierna.

Venas superficiales

Las venas superficiales de la pierna son las safenas mayor y menor y sus tributarias ([fig. 11-22](#)). Son comparables a las venas basilíca y cefálica en el miembro superior y tienen una relevancia clínica significativa.

La **vena safena mayor** drena en el extremo medial del **arco venoso dorsal** del pie y asciende directamente anterior al maléolo medial (véase [fig. 11-22](#)). Después asciende junto con el nervio safeno en la fascia superficial por el lado medial de la pierna. Pasa posterior a la rodilla y se curva medialmente alrededor del lado medial del muslo. Pasa a través de la parte inferior del hiato safeno en la fascia profunda y se une a la vena femoral a unos 4 cm inferolateral al tubérculo del pubis (véanse [figs. 11-14](#) y [11-22](#)).

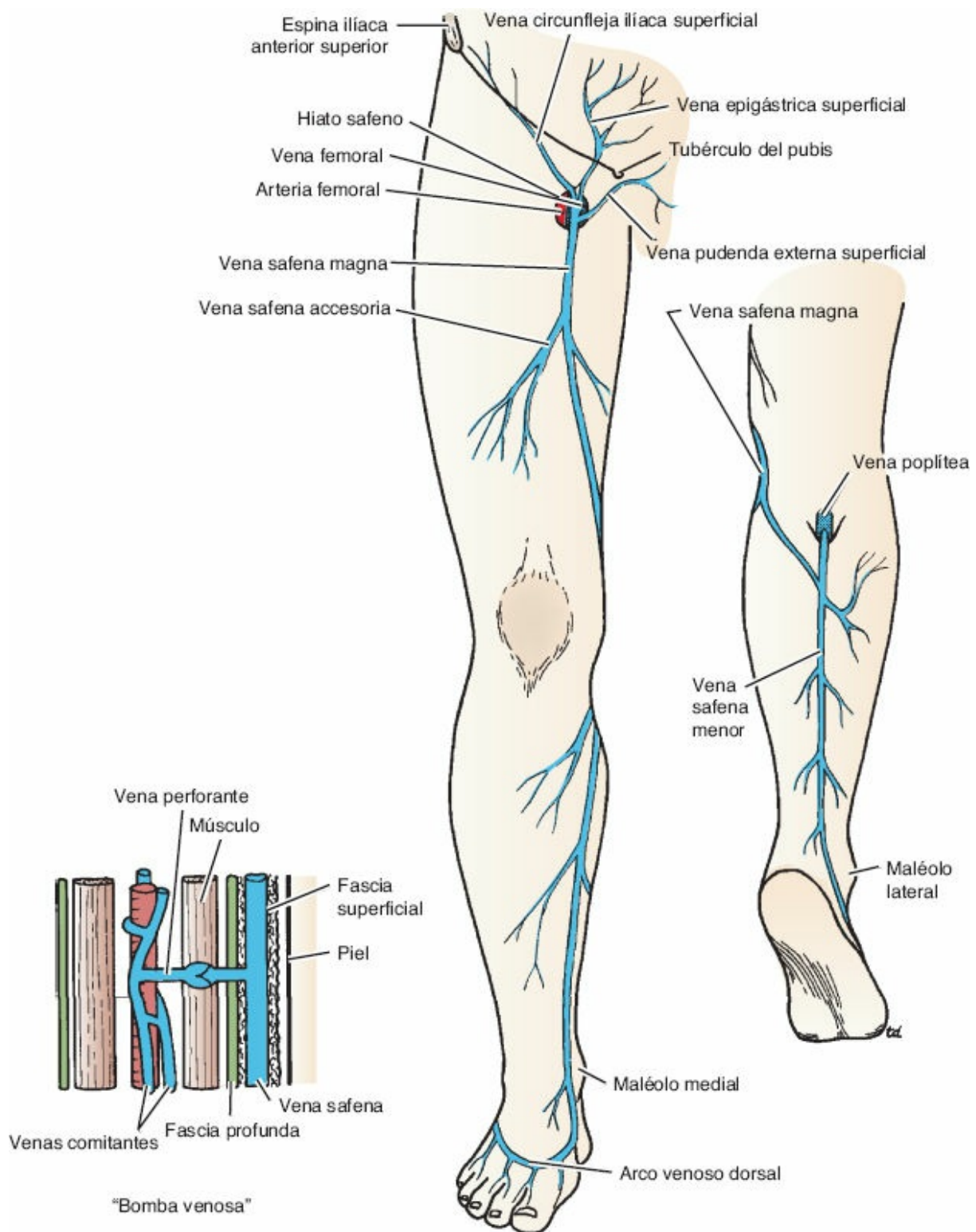


Figura 11-22 Venas superficiales del miembro inferior derecho. Obsérvese la relevancia de las venas perforantes con válvula para la “bomba venosa”.

La vena safena mayor cuenta con gran cantidad de **válvulas** y se encuentra conectada a la vena safena menor por una o dos ramas que pasan posteriores a la rodilla. Varias **venas perforantes** conectan la safena mayor con las venas profundas a lo largo del lado medial de la pantorrilla (véase [fig. 11-22](#)).

En general, la vena safena mayor recibe tres tributarias que son variables en

tamaño y disposición en el hiato safeno en la fascia profunda: la **vena circunfleja ilíaca superficial**, la **vena epigástrica superficial** y la **vena pudenda externa superficial** (véanse figs. 11-14 y 11-22). Estas venas se corresponden con las tres ramas de la arteria femoral del mismo nombre que se localizan en esta región.

Una vena adicional, conocida como **vena safena accesoria**, suele unirse a la vena principal aproximadamente en la mitad del muslo o en un punto más superior, en el hiato safeno (véase fig. 11-22).

Muchas pequeñas venas de la cara posterior del muslo se curvan alrededor de las caras medial y lateral del muslo y terminan drenando en la vena safena mayor. Las venas superficiales de la parte inferior de la cara posterior del muslo se unen a la vena safena menor en la fosa poplítea.

La **vena safena menor** se describe más adelante en este capítulo, con la cara posterior de la pierna.



Notas clínicas

Venas del miembro inferior

Las venas del miembro inferior están organizadas en tres grupos: superficiales, profundas y perforantes (véase fig. 11-22). Las **venas superficiales** son las venas safenas mayor y menor y sus tributarias, que se localizan debajo de la piel en la fascia superficial. La posición constante de la vena safena mayor anterior al maléolo medial debe recordarse en los pacientes que requieren transfusión de sangre de urgencia. Las **venas profundas** son las venas comitantes de las arterias tibiales anterior y posterior, la vena poplítea y las venas femorales y sus tributarias. Las **venas comitantes** son vasos comunicantes que discurren entre las venas superficiales y profundas. Muchas de estas venas se localizan especialmente en la región del tobillo y la cara medial de la parte inferior de la pierna. Poseen **válvulas** dispuestas para permitir el flujo de sangre solo desde las venas superficiales a las venas profundas.

Bomba venosa del miembro inferior

Dentro de los compartimentos fasciales cerrados del miembro inferior, las venas comitantes, de pared fina y con válvulas, son sometidas a una presión intermitente en reposo y durante el ejercicio. Las pulsaciones de las arterias adyacentes ayudan a que la sangre ascienda a través del muslo. Sin embargo, las contracciones de los grandes músculos de los compartimentos durante el ejercicio comprimen estas venas, ubicadas profundamente, y hacen que la sangre suba por el miembro.

Las venas safenas superficiales, excepto cerca de su terminación, se localizan dentro de la fascia superficial y no están sujetas a estas fuerzas de compresión. Las válvulas de las venas perforantes evitan que la sangre venosa a alta presión sea forzada hacia las venas superficiales de baja presión. Además, a medida que se relajan los músculos dentro de los compartimentos fasciales cerrados, la sangre venosa es succionada desde el componente superficial hacia las venas profundas.

Venas varicosas

Una vena varicosa es aquella vena que posee un diámetro más grande del normal y es alargada y tortuosa. Este trastorno ocurre con frecuencia en las venas superficiales del miembro inferior y, aunque no es potencialmente mortal, puede causar muchas molestias y dolor.

La aparición de venas varicosas tiene varias causas, incluyendo debilidad hereditaria de las paredes de las venas, válvulas incompetentes, presión intraabdominal alta como resultado de embarazos múltiples o tumores abdominales, y tromboflebitis de las venas profundas, lo que hace que las venas superficiales se conviertan en la vía venosa principal para el miembro inferior. Comprender la aparición de una vena varicosa por la incompetencia de una válvula en una vena

perforante es fácil. Cada vez que el paciente hace ejercicio, la sangre venosa a alta presión se filtra de las venas profundas a las venas superficiales y produce una varicosidad, que puede ser localizada al principio pero que después se hace extensiva.

El éxito del tratamiento quirúrgico de las venas varicosas depende de la ligadura y sección de todas las tributarias principales de las venas safenas mayor o menor para evitar que el desarrollo de una circulación venosa colateral, y de la ligadura y la sección de todas las venas perforantes responsables de la filtración de la sangre a alta presión desde las venas profundas hasta las superficiales. Además, en la actualidad se ha generalizado la práctica de eliminar o extirpar las venas superficiales. No hace falta decir que es obligado comprobar la permeabilidad de las venas profundas antes de llevar a cabo medidas quirúrgicas.

Disección de la vena safena mayor

En general, la exposición de la vena safena mayor a través de una incisión en la piel (**disección**) se realiza en el tobillo ([fig. 11-23A](#)). Una desventaja de este sitio es la posible complicación en forma de flebitis (inflamación de la pared de la vena). También se puede acceder a la vena safena mayor a través de la ingle, en el triángulo femoral (*véase* [fig. 11-23C](#)), donde la flebitis es relativamente rara. El mayor diámetro de la vena en este lugar permite el uso de catéteres de gran calibre y la infusión rápida de grandes volúmenes de líquidos.

Anatomía de la disección venosa en el tobillo

El procedimiento se realiza como sigue:

1. La inervación sensitiva de la piel inmediatamente anterior al maléolo medial de la tibia proviene de los ramos del **nervio safeno**, ramo del nervio femoral. Los ramos del nervio safeno se bloquean con anestesia local.
2. Se realiza una incisión transversal en la piel y el tejido subcutáneo a través del eje longitudinal de la vena justo anterosuperior al maléolo interno (*véase* [fig. 11-23A,B](#)). La vena se localiza de forma estable en este lugar, aunque puede no ser visible a través de la piel.
3. La vena se identifica fácilmente y debe reconocerse el nervio safeno. En general, el nervio se localiza inmediatamente anterior a la vena (*véase* [fig. 11-23](#)).

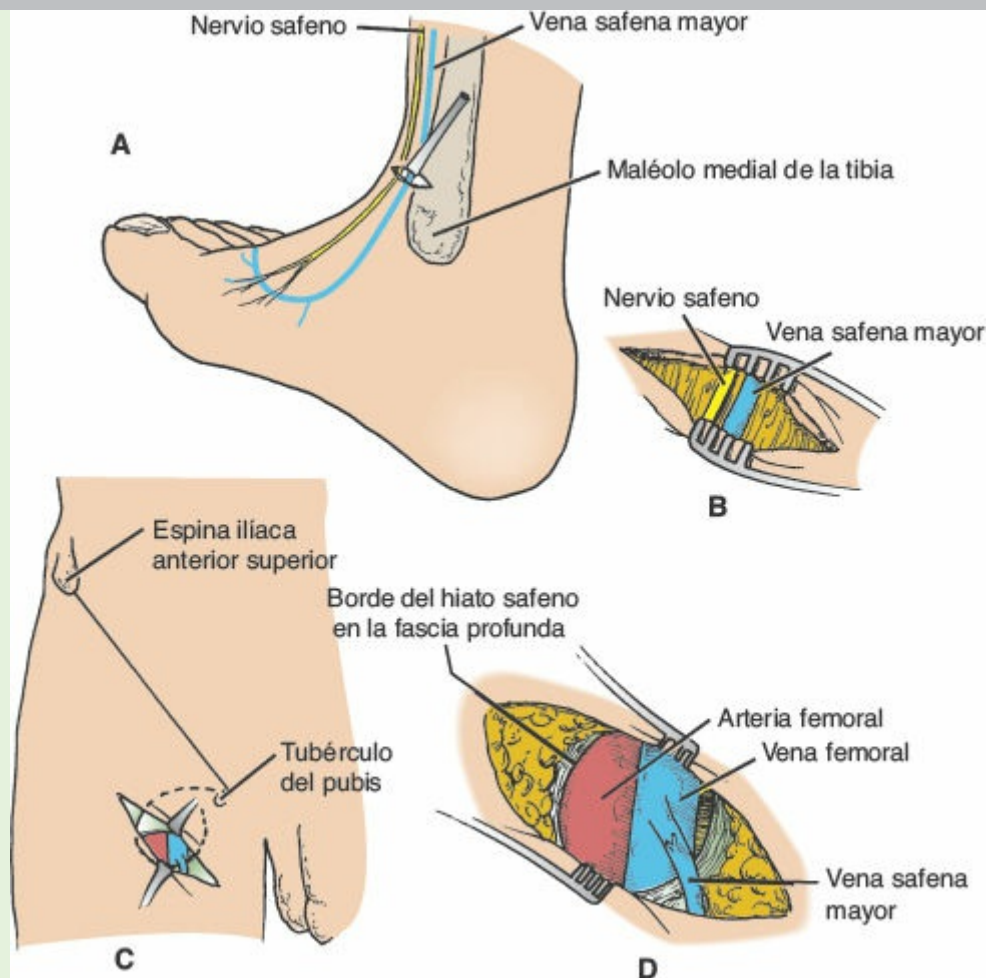


Figura 11-23 Disección de la safena mayor. **A,B.** En el tobillo. La vena safena mayor se localiza de forma regular frente al maléolo medial de la tibia. **C,D.** En la ingle. La vena safena mayor drena en la vena femoral dos dedos por debajo y lateral al tubérculo del pubis.

Anatomía de la disección venosa en la ingle

1. Los ramos del **nervio ilioinguinal** y del **nervio cutáneo intermedio del muslo** inervan el área de la piel del muslo inferolateralmente al escroto o el labio mayor. Los ramos de estos nervios se bloquean con anestesia local.
2. Se realiza una incisión transversal en la piel y el tejido subcutáneo centrado en un punto a unos 4 cm inferolateral al tubérculo del pubis (fig. 11-23C,D). Si puede notarse el pulso femoral (puede estar ausente en pacientes con *shock* grave), la incisión se realiza medialmente en un punto inmediatamente medial con respecto al pulso.
3. La vena safena mayor se localiza en la grasa subcutánea y pasa posteriormente a través del hiato safeno en la fascia profunda para unirse a la vena femoral a unos 4 cm, o dos dedos, inferolaterales al tubérculo del pubis. Es importante comprender que la vena safena mayor pasa a través del hiato safeno para acceder a la vena femoral. Sin embargo, el tamaño y la forma del hiato están sujetos a variaciones.

Vena safena mayor en la cirugía de revascularización miocárdica

En pacientes con coronariopatía oclusiva derivada de aterosclerosis, el segmento arterial enfermo puede puentearse (anastomosis quirúrgica) colocando un injerto con una porción de la vena safena mayor. El segmento venoso se invierte para que sus válvulas no obstruyan el flujo arterial. Tras la extracción de la vena safena mayor en el sitio donante, la sangre venosa superficial asciende por el miembro inferior pasando a través de las venas perforantes y entrando en las venas profundas.

La vena safena mayor también puede utilizarse para derivar las obstrucciones de las arterias braquial o femoral.

Nódulos linfáticos inguinales

Los nódulos linfáticos inguinales se dividen en superficiales y profundos.

Nódulos linfáticos inguinales superficiales

Los nódulos superficiales se localizan en la fascia superficial inferiores al ligamento inguinal; pueden dividirse en un grupo horizontal y otro vertical (véanse [figs. 11-14](#) y [11-15](#)).

El **grupo horizontal** se localiza inmediatamente inferior y paralelo al ligamento inguinal. Los **nódulos mediales** del grupo reciben vasos linfáticos superficiales de la pared anterior del abdomen por debajo del nivel del ombligo y del periné (véase [fig. 11-15](#)). Los vasos linfáticos de la uretra, los genitales externos de ambos sexos (pero no los testículos) y la mitad inferior del canal anal drenan por esta vía. Los **miembros laterales** del grupo reciben vasos linfáticos superficiales desde la espalda por debajo del nivel de las crestas ilíacas.

El **grupo vertical** se localiza a lo largo de la porción terminal de la vena safena mayor y recibe la mayoría de los vasos linfáticos superficiales del miembro inferior (véanse [figs. 11-14](#) y [11-15](#)). La linfa de la piel y la fascia superficial en la parte posterior del muslo drenan superior y anteriormente en el grupo vertical.

Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos inguinales superficiales pasan a través del hiato safeno en la fascia profunda y se unen a los nódulos linfáticos inguinales profundos (véase [fig. 11-15](#)).

Nódulos linfáticos inguinales profundos

Los nódulos linfáticos profundos se ubican inferiormente a la fascia profunda y se extienden a lo largo del lado medial de la vena femoral (véase [fig. 11-28](#)). Los vasos eferentes de estos nódulos entran en el abdomen a través del conducto femoral, hacia los nódulos linfáticos que se hallan a lo largo de la arteria ilíaca externa (véase [fig. 11-15](#)).

Los nódulos linfáticos inguinales profundos varían en cuanto a número, pero en general hay tres. Se localizan a lo largo del lado medial de la porción terminal de la vena femoral, y el más superior suele localizarse en el conducto femoral (véanse [figs. 11-15](#) y [11-28](#)). Reciben toda la linfa de los nódulos linfáticos inguinales superficiales a través de los vasos linfáticos que pasan a través de la fascia cribiforme del hiato safeno. También reciben linfa de las estructuras profundas del miembro inferior que han ascendido por los vasos linfáticos junto a las arterias, algunos de los cuales habiendo pasado a través de los nódulos poplíteos. Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos linfáticos inguinales profundos ascienden hacia la cavidad abdominal a través del conducto femoral y drenan en los nódulos ilíacos externos.

Compartimentos fasciales y músculos del muslo

Tres tabiques fasciales pasan desde la cara interna de la vaina fascial profunda del muslo hasta la línea áspera del fémur (véase [fig. 11-21](#)). Esta disposición divide el muslo en tres compartimentos, cada uno con sus propios músculos, nervios y arterias. Los compartimentos son el anterior, el medial y el posterior. Este patrón general de organización del miembro en compartimentos es el mismo en ambos miembros, superior e inferior.



Notas clínicas

Nódulos linfáticos del miembro inferior

Los nódulos linfáticos inguinales superficiales y profundos no solo drenan toda la linfa del miembro inferior, sino también la linfa de la piel y la fascia superficial de las paredes anterior y posterior del abdomen inferior al nivel del ombligo. La linfa de los genitales externos y la mucosa de la mitad inferior del canal anal también drena en estos nódulos. Recuérdense las grandes distancias que debe recorrer la linfa en algunos casos antes de llegar a los nódulos inguinales. Por ejemplo, un paciente puede presentar agrandamiento y dolor en un nódulo linfático inguinal debido a la diseminación linfática de microorganismos patógenos que se introdujeron en el cuerpo a través de un pequeño rasguño en la cara inferior del dedo gordo del pie.

Contenidos del compartimento fascial anterior

- **Músculos.** Sartorio, iliopsoas, pectíneo y cuádriceps femoral.
- **Vascularización.** Arteria femoral.
- **Inervación.** Nervio femoral.

Músculos del compartimento fascial anterior

Los músculos se muestran en las [figuras 11-21, 11-24, 11-25 y 11-26](#) y se resumen en la [tabla 11-2](#) (p. 540). Debe recordarse que el ilíaco y el psoas mayor son músculos separados en el abdomen, pero se unen en el muslo para formar un solo músculo, el iliopsoas.

Acción del músculo cuádriceps femoral (mecanismo del cuádriceps)

El músculo cuádriceps femoral (formado por el recto femoral, el vasto intermedio, el vasto lateral y el vasto interno) se inserta en la patela y, a través del **ligamento patelar**, se inserta en la tuberosidad tibial ([fig. 11-27](#)). Juntos, configuran un potente extensor de la rodilla. Algunas de las fibras tendinosas del vasto lateral y del vasto medial forman bandas, o **retináculos**, que se unen a la cápsula de la rodilla y la fortalecen. Las fibras musculares más inferiores al vasto medial son casi horizontales e impiden la tracción lateral de la patela durante la contracción del músculo cuádriceps. El tono del músculo cuádriceps fortalece enormemente la articulación de la rodilla. El músculo recto femoral es el único componente del cuádriceps que cruza la articulación de la cadera, y flexiona la cadera además de extender la rodilla.

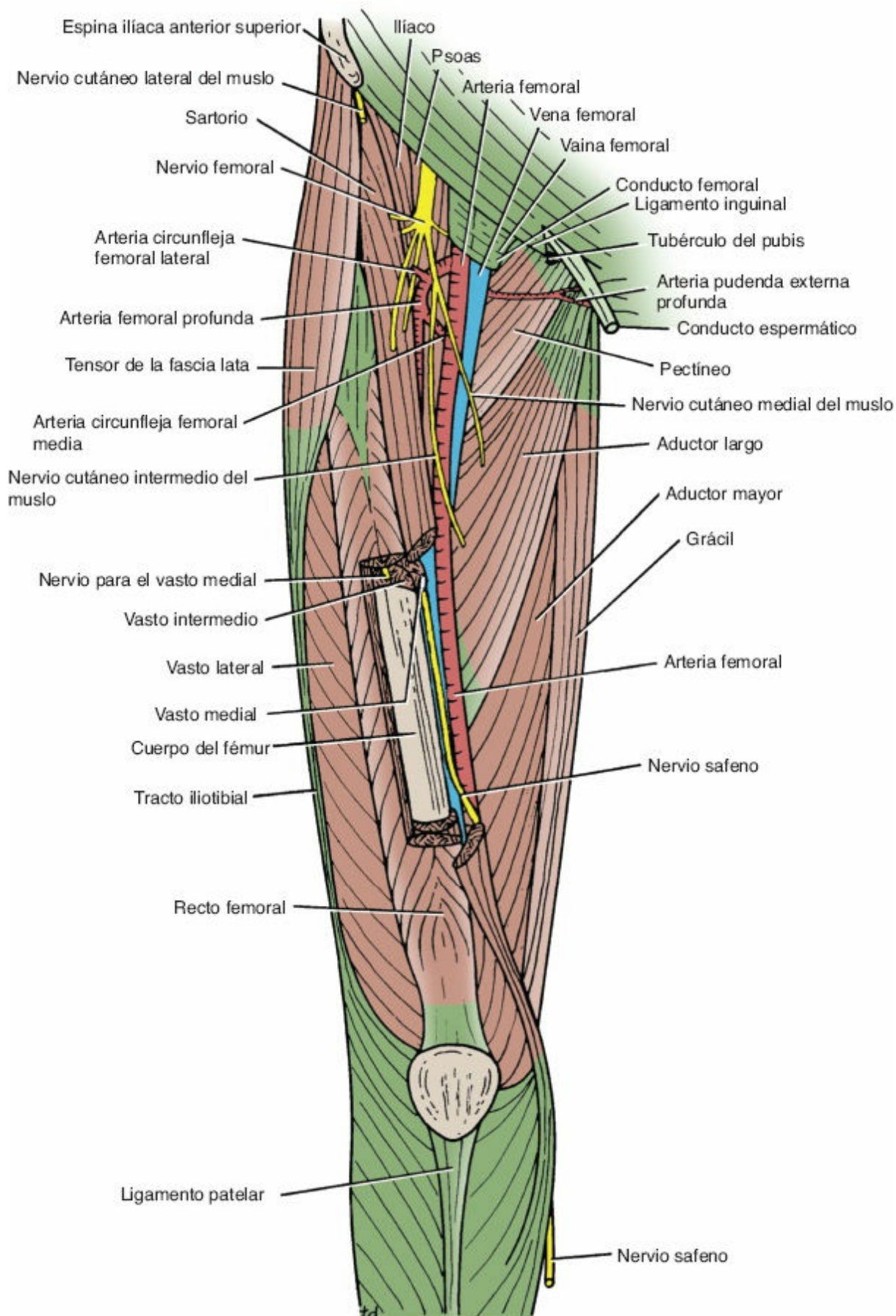


Figura 11-24 Triángulo femoral y canal aductor (subsartorial) en el miembro inferior derecho.

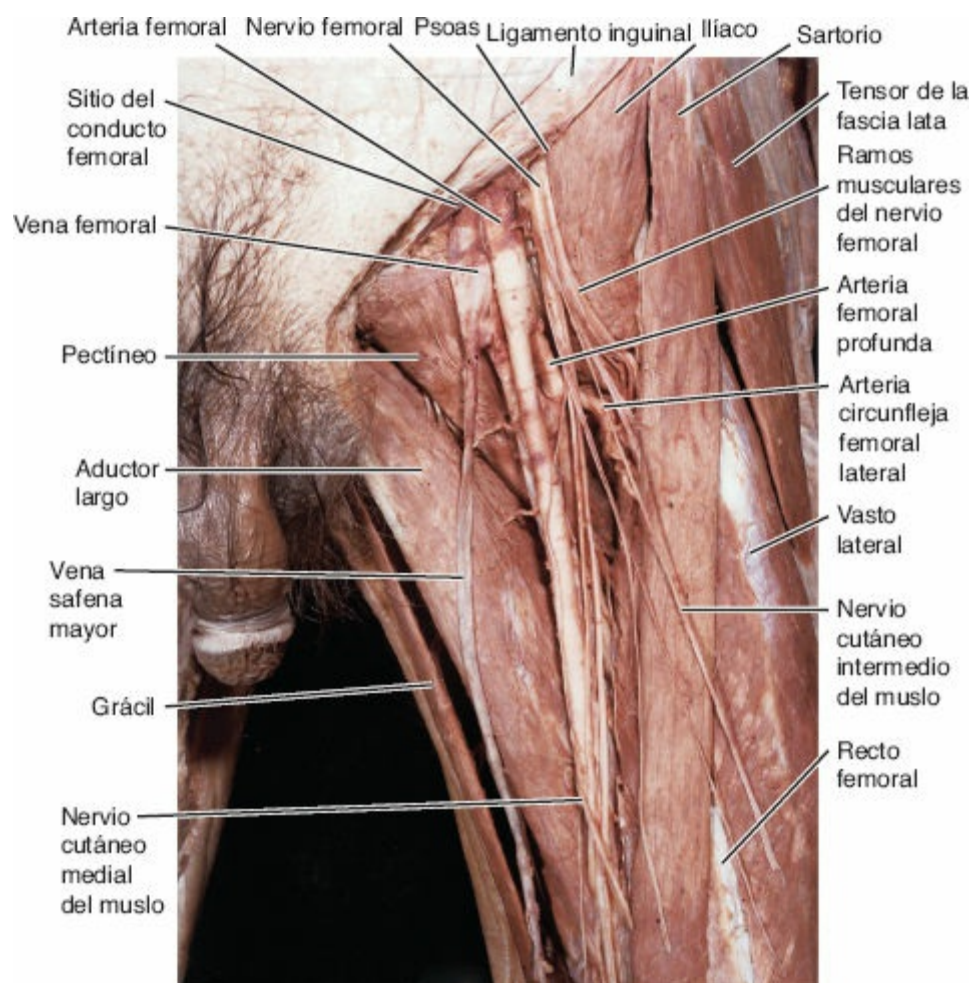


Figura 11-25 Disección del triángulo femoral en el miembro inferior izquierdo.

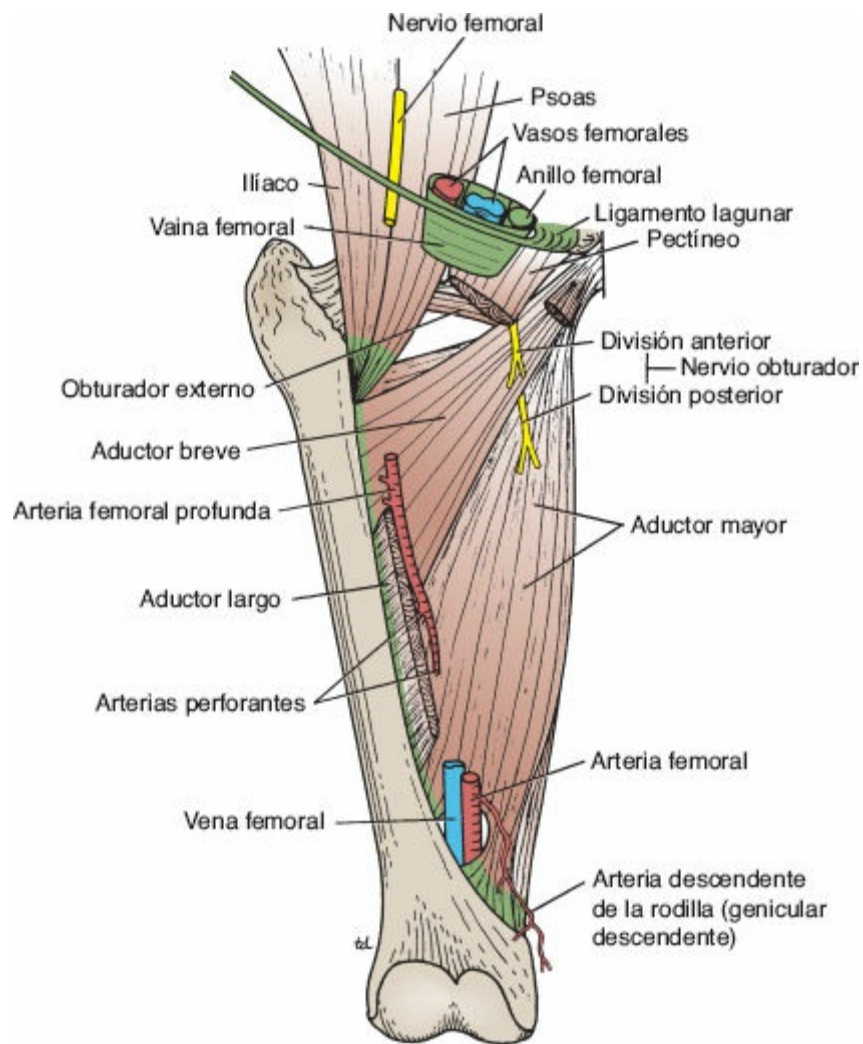


Figura 11-26 Relación entre el nervio obturador y los músculos aductores en el miembro inferior derecho.

Tabla 11-2 Músculos del compartimento fascial anterior del muslo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Sartorio	Espina iliaca anterior superior	Cara medial del cuerpo de la tibia	Nervio femoral	L2, L3	Flexiona, abduce, rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera; flexiona y rota medialmente la pierna en la articulación de la rodilla.
Iliaco	Fosa iliaca del hueso coxal	Con el psoas en el trocánter menor del fémur	Nervio femoral	L2, L3	Flexiona el muslo contra el tronco; si el muslo está fijo, flexiona el tronco contra muslo como al levantarse de una posición acostada.
Psoas	Procesos transversos, cuerpos y discos intervertebrales de la vértebra T12 y las cinco lumbares	Con el iliaco en el trocánter menor del fémur	Plexo lumbar	L1, L2, L3	Flexiona el muslo contra tronco; si el muslo está fijo, flexiona el tronco contra el muslo al levantarse de una posición acostada.
Pectíneo	Rama superior del pubis	Extremo superior de la línea áspera del cuerpo del fémur	Nervio femoral (a veces nervio obturador)	L2, L3	Flexiona y aduce el muslo sobre la articulación de la cadera.
Cuádriceps femoral					
Recto femoral	Cabeza recta: espina iliaca anterior inferior Cabeza refleja: ilion, superior al acetábulo	Tendón del cuádriceps en la patela, luego a través del ligamento patelar en el tuberosidad tibial	Nervio femoral	L2, L3, L4	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla; flexiona el muslo en la articulación de la cadera.
Vasto lateral	Extremo superior y cuerpo del fémur	Tendón del cuádriceps en la patela, luego a través del ligamento patelar en el tuberosidad tibial	Nervio femoral	L2, L3, L4	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla.
Vasto medial	Extremo superior y cuerpo del fémur	Tendón del cuádriceps en la patela, luego a través del ligamento patelar en el tuberosidad tibial	Nervio femoral	L2, L3, L4	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla; estabiliza la patela.
Vasto intermedio	Caras anterior y lateral del cuerpo del fémur	Tendón del cuádriceps en la patela, luego a través de ligamento patelar en el tuberosidad tibial	Nervio femoral	L2, L3, L4	Extiende la pierna en la articulación de la rodilla; el músculo articular de la rodilla retrae la membrana sinovial.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negrita.



Notas clínicas

Cuádriceps femoral como estabilizador de la articulación de la rodilla

El cuádriceps femoral es el músculo extensor más importante para la articulación de la rodilla. Su tono fortalece enormemente la articulación; por lo tanto, esta masa muscular debe ser explorada cuidadosamente cuando se sospecha una enfermedad en la articulación de la rodilla. Deben examinarse ambos muslos y evaluar el tamaño, la consistencia y la fuerza de los músculos del cuádriceps. Puede evaluarse la reducción de su tamaño causada por atrofia muscular midiendo la circunferencia de cada muslo a una distancia fija por encima del borde superior de la patela.

El músculo vasto medial se extiende más distalmente que el vasto lateral; es la primera porción del músculo cuádriceps que se atrofia en caso de enfermedad patelar y la última en recuperarse.

Rotura del recto femoral

El músculo recto femoral puede romperse con movimientos repentinos e impulsivos de extensión de la articulación de la rodilla. El vientre del músculo se retrae proximalmente, dejando un espacio que puede palparse en la cara anterior del muslo. En caso de rotura completa del músculo está indicada la reparación quirúrgica.

Rotura del ligamento patelar

Esta alteración puede ocurrir cuando la articulación de la rodilla es sometida a una fuerza de flexión repentina a la vez que el músculo cuádriceps femoral se está contrayendo activamente.

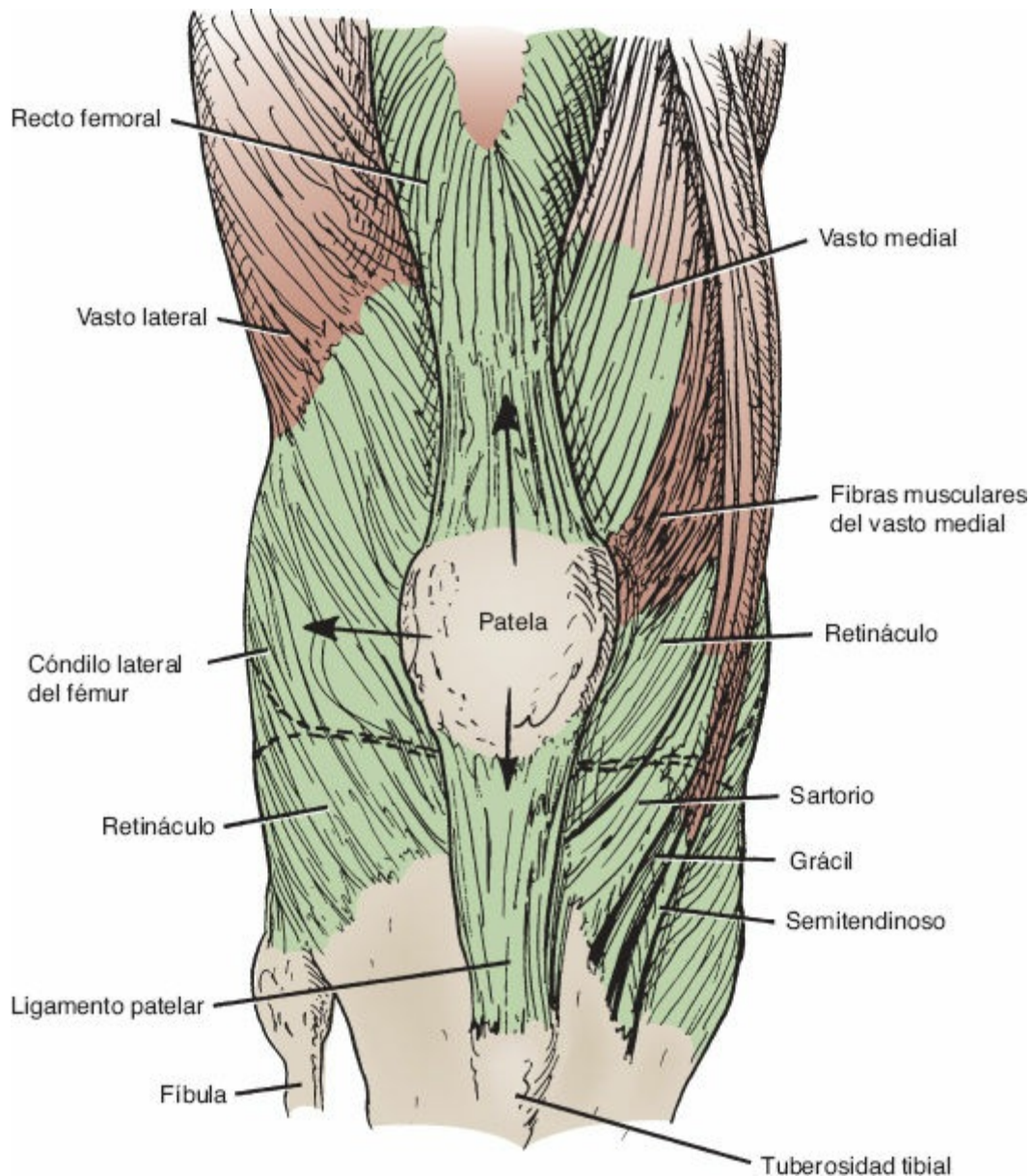


Figura 11-27 Mecanismo del cuádriceps femoral. La tracción superolateral de los poderosos recto femoral y el vasto lateral sobre la patela es contrarrestada por las fibras musculares horizontales más inferiores del vasto interno y el amplio cóndilo lateral del fémur, que se proyecta anteriormente.

Triángulo femoral

El triángulo femoral es una depresión triangular localizada en la parte superior de la cara medial del muslo, inmediatamente inferior al ligamento inguinal (véanse [figs. 11-24](#) y [11-25](#)). Los límites son los siguientes:

- **Superiormente.** Ligamento inguinal.
- **Lateralmente.** Músculo sartorio.

- **Medialmente.** Músculo aductor largo.
- **Suelo.** Un canal formado de lateral a medial por los músculos iliopsoas, pectíneo y aductor largo.
- **Techo.** Piel y fascia del muslo.

Los principales contenidos del triángulo femoral son los siguientes:

- Nervio femoral y sus ramos terminales
- Vaina femoral
- Arteria femoral y sus ramas
- Vena femoral y sus tributarias
- Nódulos linfáticos inguinales profundos

Canal aductor (subsartorial)

El canal es una hendidura intermuscular localizada en la cara medial del tercio medio del muslo, profundo al músculo sartorio (véanse [figs. 11-21](#) y [11-24](#)). Se origina superiormente en el vértice del triángulo femoral y termina inferiormente en la abertura del aductor mayor (hiato aductor). Su sección transversal, es triangular y tiene tres paredes:

- La **pared anteromedial** está formada por el músculo sartorio y la fascia.
- La **pared posterior** está formada por los aductores largo y mayor.
- La **pared lateral** está formada por el vasto medial.

El canal aductor contiene las siguientes estructuras:

- Porción terminal de la arteria femoral
- Vena femoral
- Vasos linfáticos profundos
- Nervio safeno, nervio del vasto medial y porción terminal del nervio obturador

Vaina femoral

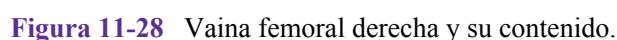
La vaina femoral ([fig. 11-28](#); véanse también [figs. 11-14](#), [11-24](#) y [11-26](#)) es una protuberancia orientada inferiormente formada a partir del revestimiento fascial de las paredes abdominales hacia el muslo. Su pared anterior es continua con la fascia transversa y su pared posterior, con la fascia ilíaca. La vaina rodea los vasos femorales y los linfáticos unos 2,5 cm por debajo al ligamento inguinal. Delgados tabiques fibrosos dividen la vaina en tres compartimentos: lateral, intermedio y medial.

La **arteria femoral**, a medida que entra en el muslo inferior al ligamento inguinal, ocupa el **compartimento lateral** de la vaina. La **vena femoral**, cuando sale del muslo, yace medial a la arteria y ocupa el **compartimento intermedio**. Los vasos linfáticos ocupan el **compartimento medial** cuando salen del muslo (véase [fig. 11-28](#)). Obsérvese que el nervio femoral no ocupa la vaina femoral.

El pequeño compartimento medial para los vasos linfáticos se conoce como **conducto femoral**. Tiene unos 1,3 cm de largo, y su abertura superior se

La vaina femoral se adhiere a las paredes de los vasos sanguíneos, y se mezcla inferiormente con la túnica adventicia de estos vasos. La parte de la vaina femoral que forma el conducto femoral, localizado medialmente, no se adhiere a las paredes de los pequeños vasos linfáticos. Por lo tanto, este sitio es un área potencialmente débil de la pared del abdomen. Puede producirse una protrusión del peritoneo a través del conducto femoral, empujando el tabique femoral hacia adelante. Esta alteración se conoce como ***hernia femoral*** y se describe a continuación.

El extremo inferior del conducto femoral suele estar cerrado por la adherencia de su pared medial a la túnica adventicia de la vena femoral. Se localiza cerca del hiato safeno en la fascia profunda del muslo (véase [fig. 11-14](#)).





Vaina femoral y hernia femoral

La hernia femoral es más frecuente en mujeres que en hombres (posiblemente a que la pelvis y el conducto femoral femeninos son más anchos). El **saco herniario** desciende a través del conducto femoral dentro de la vaina femoral, empujando el tabique femoral hacia adelante. Al salir por el extremo inferior del conducto femoral, se expande para formar una protuberancia en la parte superior del muslo, profunda a la fascia profunda. Al expandirse, el saco herniario puede girar superiormente y cruzar la cara anterior del ligamento inguinal (véase [cap. 6](#)).

El **cuello del saco** siempre se localiza en posición **inferolateral al tubérculo del pubis** (véanse [figs. 6-41](#) y [6-42](#)). Esto sirve para distinguirlo de una hernia inguinal, ubicada en posición superomedial con respecto al tubérculo del pubis. El cuello del saco es estrecho y se encuentra en el **anillo femoral**. El anillo se relaciona anteriormente con el ligamento inguinal, posteriormente con el ligamento pectíneo y la rama superior del pubis, medialmente con el borde libre afilado del ligamento lagunar y lateralmente con la vena femoral. Debido a estas estructuras anatómicas, el cuello del saco no puede expandirse. Una vez que una víscera abdominal ha pasado a través del cuello hacia el **cuerpo del saco**, puede ser difícil empujarla superiormente y devolverla a la cavidad abdominal (**hernia irreducible**). Además, cuando el paciente se esfuerza o tose, un segmento de intestino puede ser forzado a través del cuello, comprimiendo sus vasos sanguíneos y afectando gravemente su vascularización (**hernia estrangulada**). Una hernia femoral es un problema grave y siempre debe tratarse quirúrgicamente.

Cuando se considera el diagnóstico diferencial de una hernia femoral, deben tenerse en cuenta las enfermedades que pueden afectar otras estructuras anatómicas cercanas al ligamento inguinal. Por ejemplo:

- **Conducto inguinal.** La tumefacción de una hernia inguinal se localiza superior al extremo medial del ligamento inguinal. Si el saco herniario emergiera a través del anillo inguinal superficial para comenzar su descenso hacia el escroto, la tumoración se ubicará en posición superomedial con respecto al tubérculo del pubis. El saco de una hernia femoral se ubica en una posición inferolateral con respecto al tubérculo del pubis.
- **Nódulos linfáticos inguinales superficiales.** En general, se agranda más de un nódulo linfático. En los pacientes con inflamación de los nódulos (**linfadenitis**), debe explorarse cuidadosamente toda el área del cuerpo que drena su linfa hacia estos nódulos. Puede encontrarse una pequeña abrasión cutánea previamente inadvertida. No debe olvidarse el examen de la mucosa de la mitad inferior del canal anal, ya que puede tener un carcinoma no detectado.
- **Vena safena mayor.** La dilatación localizada de la porción terminal de la vena safena mayor, la **variz safena**, puede ser confusa, especialmente porque la hernia y la variz aumentan de tamaño cuando se solicita al paciente que tosa (el incremento de la presión intraabdominal produce el descenso de la sangre). La presencia de varices en otras partes de la pierna debe ayudar en el diagnóstico.
- **Vaina del psoas.** La infección por tuberculosis de una vértebra lumbar puede provocar la extravasación de pus a través de la vaina del psoas hasta el muslo. La presencia de una inflamación superior e inferior al ligamento inguinal, junto con signos y síntomas clínicos referidos a la columna vertebral, deben ayudar en el diagnóstico correcto.

- **Arteria femoral.** Una tumefacción de crecimiento progresivo que se extiende a lo largo del trayecto de la arteria femoral y fluctúa en el tiempo con la frecuencia del pulso indica la presencia de un aneurisma en la arteria femoral.

Vascularización del compartimento fascial anterior

La arteria y la vena femorales irrigan y drenan el compartimento anterior del muslo. La arteria es la continuación de la **arteria ilíaca externa** desde la pelvis. La vena drena en la vena ilíaca externa.

Arteria femoral

La arteria femoral es el principal suministro arterial del miembro inferior. Entra en el muslo profunda al ligamento inguinal ([fig. 11-29](#); véanse también [figs. 11-24](#) y [11-25](#)). Aquí, se ubica a medio camino entre la espina ilíaca anterior superior y la sínfisis del pubis. Desciende casi verticalmente hacia el tubérculo del aductor del fémur y termina en el **hiato aductor** (una abertura en el músculo aductor mayor) entrando en el espacio poplíteo como la **arteria poplíteica** (véase [fig. 11-26](#)).

RELACIONES

- **Anteriormente.** En la parte superior de su trayecto, es superficial y está cubierta por la piel y la fascia que cubre el triángulo femoral. En la parte inferior de su trayecto, pasa profunda al músculo sartorio en el canal aductor (véase [fig. 11-24](#)).
- **Posteriormente.** La arteria se localiza superior al músculo iliopsoas, que la separa de la articulación de la cadera, el pectíneo y el aductor largo. La vena femoral se localiza entre la arteria y el aductor largo.
- **Medialmente.** Se relaciona con la vena femoral en la parte superior de su trayecto (véanse [figs. 11-24](#) y [11-25](#)).
- **Lateralmente.** Nervio femoral y sus ramos (véase [fig. 11-24](#)).

RAMAS

- La **arteria circunfleja ilíaca superficial** es una rama pequeña que se extiende hasta la región de la espina ilíaca anterior superior (véase [fig. 11-14](#)).
- La **arteria epigástrica superficial** es una pequeña rama que cruza el ligamento inguinal y se extiende hacia la región del ombligo.
- La **arteria pudenda externa superficial** es una pequeña rama que discurre medialmente e irriga la piel del escroto (o los labios mayores).
- La **arteria pudenda externa profunda** (véase [fig. 11-24](#)) discurre medialmente e irriga la piel del escroto (o los labios mayores).
- La **arteria femoral profunda** es una rama grande e importante que se origina en la cara lateral de la arteria femoral unos 4 cm inferior al ligamento inguinal

(véanse [figs. 11-24, 11-25 y 11-29](#)). Discurre medialmente posterior a los vasos femorales y entra en el compartimento fascial medial del muslo ([fig. 11-30](#); véanse también [figs. 11-25 y 11-26](#)). En su origen, emite las **arterias circunflejas femorales medial y lateral**, y durante su trayecto, emite **tres arterias perforantes** (véanse [figs. 11-29 y 11-30](#)). Al final de su trayecto se convierte en la **cuarta arteria perforante** (véase [fig. 11-30](#)).

- La **arteria descendente de la rodilla** es una pequeña rama que nace de la arteria femoral cerca de su terminación (véase [fig. 11-26](#)). Ayuda a irrigar la articulación de la rodilla.

Vena femoral

La vena femoral entra en el muslo por el **hiato aductor** (una abertura en el músculo aductor mayor) como una continuación de la **vena poplítea** (véase [fig. 11-26](#)). Asciende por el muslo, primero en la cara lateral de la arteria, luego en su cara posterior y, finalmente, en su lado medial (véase [fig. 11-24](#)). Abandona el muslo en el compartimento intermedio de la vaina femoral y pasa posterior al ligamento inguinal para convertirse en la **vena ilíaca externa** (véase [fig. 11-28](#)).

Las tributarias de la vena femoral son la **vena safena mayor** y las venas que se corresponden con las ramas de la arteria femoral (véase [fig. 11-14](#)). La vena circunfleja ilíaca superficial, la epigástrica superficial y las venas pudendas externas drenan en la vena safena mayor.

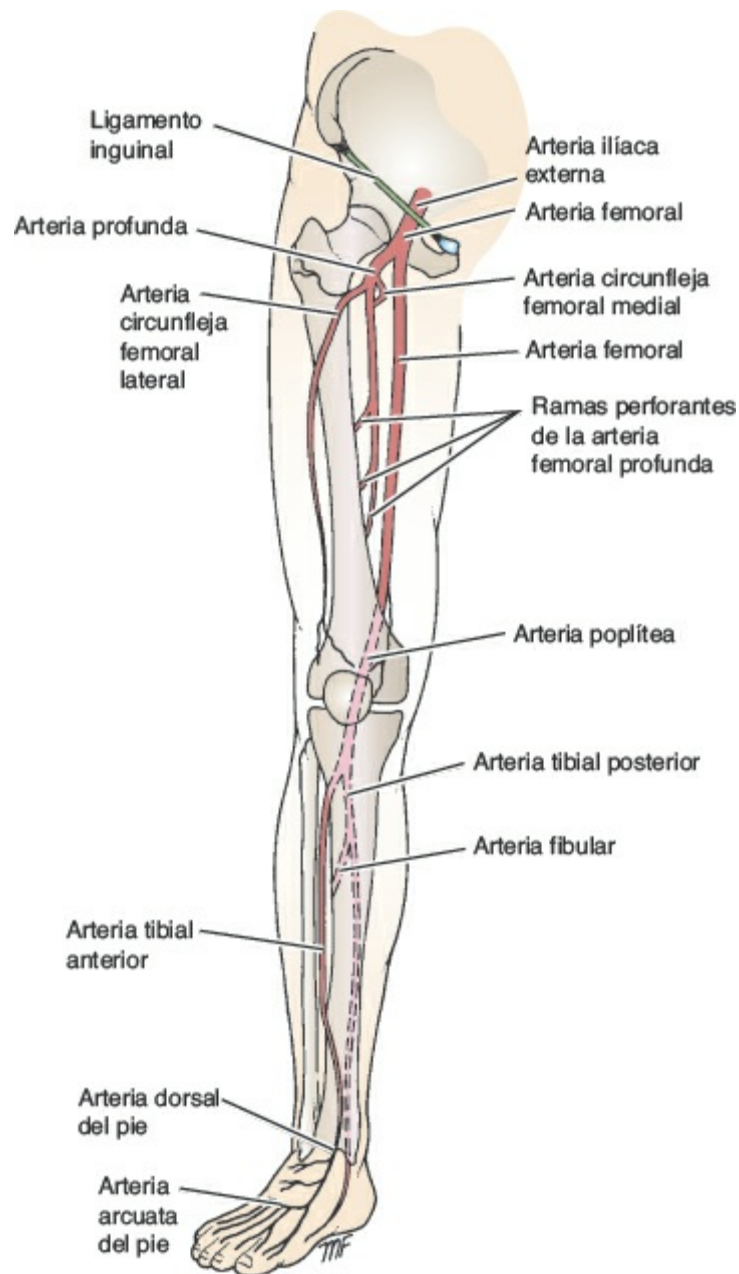


Figura 11-29 Arterias principales del miembro inferior.

Inervación del compartimento fascial anterior

El **nervio femoral** es el mayor de los ramos del plexo lumbar (L2, L3 y L4). Se origina en el borde lateral del músculo psoas mayor dentro del abdomen y discurre inferiamente en el intervalo entre el psoas mayor y el ilíaco. Se localiza posterior a la fascia ilíaca y penetra en el muslo lateral a la arteria femoral y la vaina femoral, posterior al ligamento inguinal (véanse [figs. 11-24](#), [11-25](#) y [11-28](#)). Termina separándose en dos divisiones, anterior y posterior, a unos 4 cm por debajo del ligamento inguinal. El nervio femoral inerva todos los músculos del compartimento anterior del muslo y también cubre un territorio cutáneo significativo a lo largo del miembro ([fig. 11-31](#); véanse también [figs. 11-12](#), [11-13](#) y [11-24](#)). **Debe tenerse en cuenta que el nervio femoral no entra en el muslo dentro de la vaina femoral.**



Notas clínicas

Cateterismo de la arteria femoral

Puede introducirse un catéter largo y delgado en la arteria femoral conforme desciende a través del triángulo femoral. El catéter es guiado bajo visión fluoroscópica a lo largo de las arterias ilíacas externa y común hacia la aorta. Después, el catéter puede introducirse en las arterias mesentérica inferior, mesentérica superior, celiaca o renal. El medio de contraste puede inyectarse en la arteria que se examina, y puede obtenerse un registro permanente mediante radiografías. También pueden obtenerse registros de presión guiando el catéter a través de la válvula aórtica hacia el ventrículo izquierdo.

Cateterismo de la vena femoral

El cateterismo de la vena femoral se utiliza cuando se necesita un acceso rápido a una gran vena. La vena femoral tiene una relación constante con el lado medial de la arteria femoral inmediatamente inferior al ligamento inguinal, y puede canalizarse fácilmente. Sin embargo, debido a la alta incidencia de trombosis con la posibilidad de una embolia pulmonar mortal, el catéter debe retirarse una vez que el paciente esté estabilizado.

Anatomía del procedimiento

1. El nervio genitofemoral inerva la piel del muslo por debajo del ligamento inguinal. Este nervio se bloquea con un anestésico local.
2. El pulso femoral se palpa a medio camino entre la espina ilíaca anterior superior y la sínfisis del pubis, y la vena femoral se localiza inmediatamente medial a este.
3. La aguja se introduce en la vena femoral a unos dos dedos por debajo del ligamento inguinal.

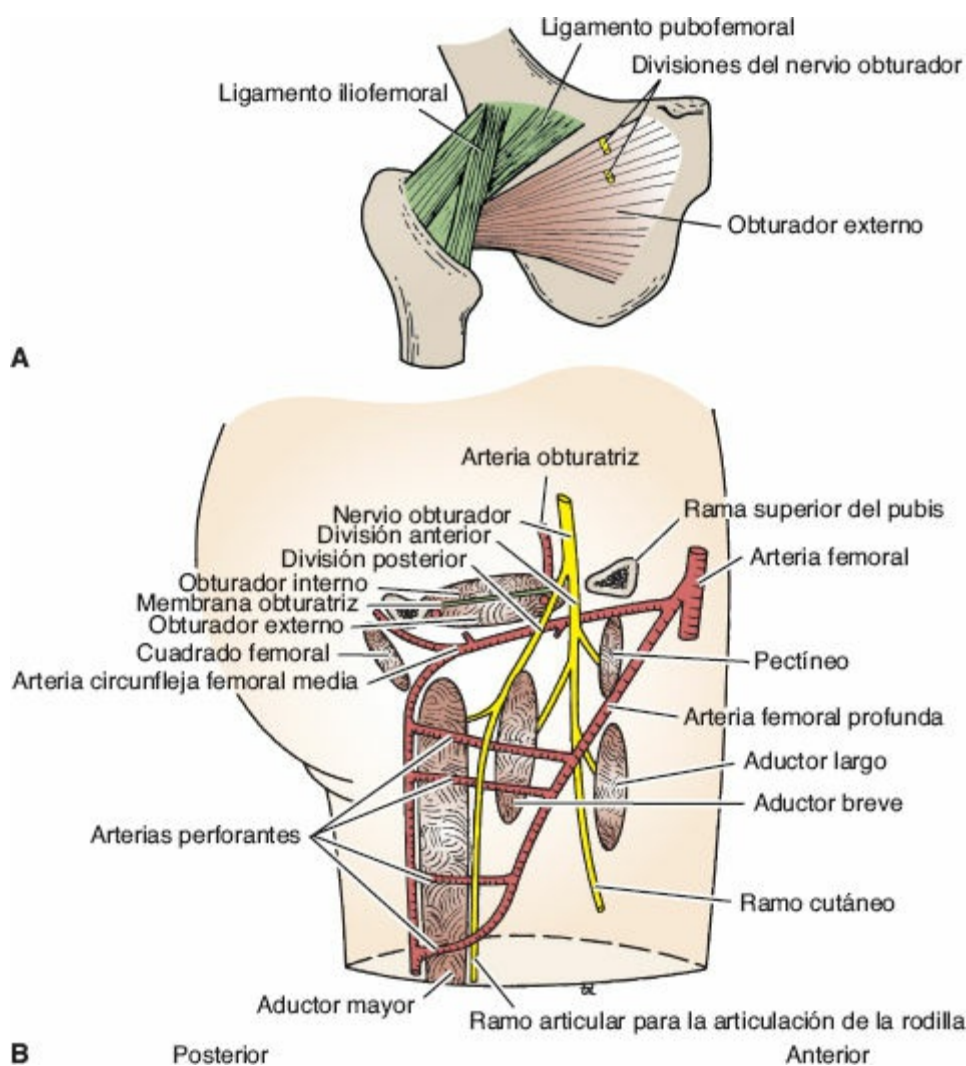


Figura 11-30 Músculo obturador externo (A) y sección vertical del compartimento medial del muslo (B). Obsérvense los trayectos del nervio obturador y sus ramos y la arteria femoral profunda y sus ramos. Véase también la anastomosis entre las arterias perforantes y la arteria circunfleja femoral medial.

Ramos

DIVISIÓN ANTERIOR

La división anterior (véase fig. 11-31) emite dos ramos cutáneos y dos musculares. Los ramos cutáneos son el **nervio cutáneo medial del muslo** y el **nervio cutáneo intermedio** que inervan la piel de las caras medial y anterior del muslo, respectivamente (véanse figs. 11-13 y 11-24). Los ramos musculares inervan el sartorio y el pectíneo. Sin embargo, a veces el **nervio obturador** inerva el pectíneo.

DIVISIÓN POSTERIOR

La división posterior (véase fig. 11-31) emite un ramo cutáneo, el **nervio safeno**, y ramos musculares al músculo cuádriceps. El nervio safeno discurre inferomedialmente y cruza la arteria femoral desde su cara lateral hacia su cara medial (véase fig. 11-24). Emerge en el lado medial de la rodilla entre los tendones del sartorio y el grácil. Después discurre por el lado medial de la pierna

junto con la vena safena mayor (véase fig. 11-13). Pasa anterior al maléolo medial y a lo largo del borde medial del pie, donde termina en la región del dedo gordo.

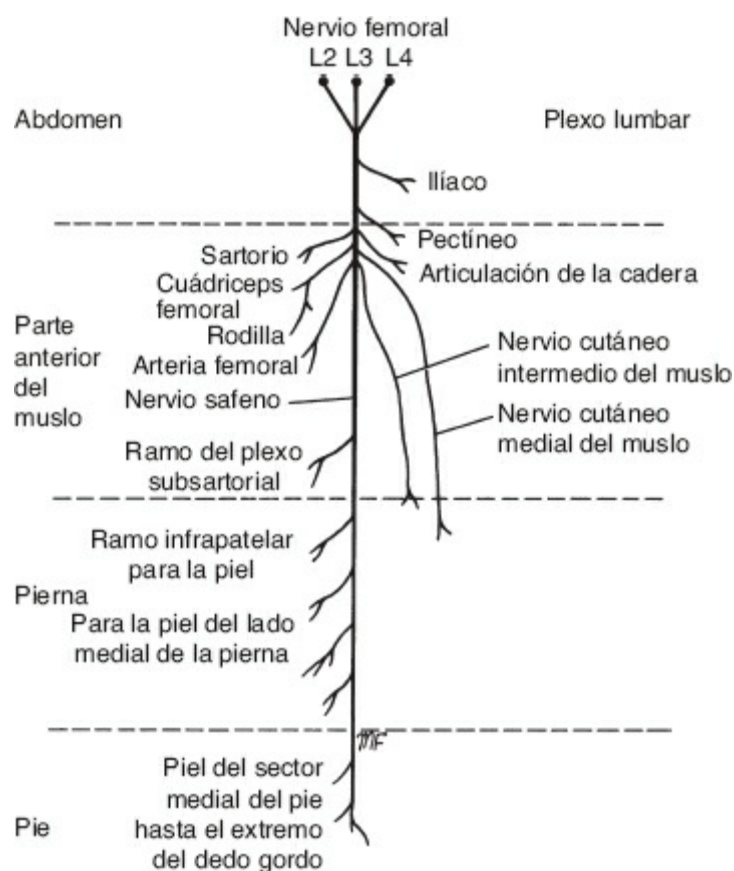


Figura 11-31 Resumen de los principales ramos del nervio femoral.

El ramo muscular del recto femoral también inerva la cadera. Los ramos de los tres músculos vastos también inervan la rodilla.

Contenidos del compartimento fascial medial

- **Músculos.** Músculos grácil, aductor largo, aductor breve, aductor mayor y obturador externo.
- **Vascularización.** Arteria femoral profunda y arteria obturatriz.
- **Inervación.** Nervio obturador.

Músculos del compartimento fascial medial

Los músculos del compartimento fascial medial se muestran en las figuras 11-21, 11-24 a 11-26 y 11-30 y se resumen en la tabla 11-3.

Debe tenerse en cuenta que el **aductor mayor** es un músculo grande y triangular formado por el aductor superior y porciones inferiores del tendón isquiotibial (véanse figs. 11-24 y 11-26). El nervio obturador inerva la porción del aductor, mientras que el nervio tibial lo hace con la porción isquiotibial. Esta organización neuronal dual refleja los diferentes orígenes del desarrollo de las

dos porciones. El **hiato aductor** es un espacio en la inserción de este músculo al fémur, lo que permite que los vasos femorales pasen inferiormente del canal aductor hacia el espacio poplíteo (véase fig. 11-26).

Vascularización del compartimento fascial medial

Los vasos femorales y obturadores profundos son los canales vasculares del compartimento medial del muslo. Los vasos profundos se relacionan con la arteria y la vena femoral y los vasos obturadores con la vena y arteria ilíaca interna.

Arteria femoral profunda

La arteria femoral profunda es una gran arteria que se origina en la cara lateral de la arteria femoral en el triángulo femoral, a unos 4 cm inferior al ligamento inguinal (véanse figs. 11-24, 11-29 y 11-30). Desciende en el intervalo entre el aductor largo y el aductor breve y después se ubica en el aductor mayor, donde termina como la cuarta arteria perforante (véase fig. 11-30).

Tabla 11-3 Músculos del compartimento fascial medial del muslo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Grácil	Rama inferior del pubis, rama del isquion	Porción superior del cuerpo de la tibia en la cara medial	Nervio obturador	L2, L3	Aduce el muslo en la articulación de la cadera; flexiona la pierna sobre la articulación de la rodilla.
Aductor largo	Cuerpo del pubis, medial al tubérculo del pubis	Cara posterior del cuerpo del fémur (línea áspera)	Nervio obturador	L2, L3, L4	Aduce el muslo en la articulación de la cadera y ayuda a la rotación medial.
Aductor breve	Rama inferior del pubis	Cara posterior del cuerpo del fémur (línea áspera)	Nervio obturador	L2, L3, L4	Aduce el muslo en la articulación de la cadera.
Aductor mayor	Rama inferior del pubis, rama del isquion, tuberosidad isquiática	Cara posterior del cuerpo del fémur, tubérculo del aductor del fémur	Porción aductora: nervio obturador Porción isquiotibial: nervio ciático	L2, L3, L4	Aduce el muslo en la articulación de la cadera y ayuda a la rotación medial; parte del tendón isquiotibial extiende el muslo en la articulación de la cadera.
Obturador externo	Cara externa de la membrana obturatriz y ramas púbica e isquiática	Cara medial del trocánter mayor	Nervio obturador	L3, L4	Rota lateralmente el muslo en la articulación de la cadera.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

RAMAS

- **Arteria circunfleja femoral medial.** Discurre posteriormente entre los músculos que forman el suelo del triángulo femoral y emite ramas musculares en el compartimento fascial medial del muslo (véanse figs. 11-29 y 11-30). Participa en la formación de la anastomosis cruciforme.
- **Arteria circunfleja femoral lateral.** Pasa lateralmente entre los ramos terminales del nervio femoral (véanse figs. 11-24 y 11-29). Se divide en ramas que irrigan los músculos de la región y participa en la formación de la anastomosis cruciforme.

- **Cuatro arterias perforantes.** Las tres primeras se originan como ramas de la arteria femoral profunda. La **cuarta arteria perforante** constituye la porción terminal de la arteria femoral profunda (véase [fig. 11-30](#)). Las arterias perforantes discurren posteriormente y perforan las diversas capas musculares a medida que avanzan. Irrigan los músculos y finalmente se anastomosan entre sí y con la arteria glútea inferior y las arterias femorales circunflejas superiormente y las ramas musculares de la arteria poplítea inferiormente.

Vena femoral profunda

La vena femoral profunda recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria. Drena en la vena femoral en el triángulo femoral.

Arteria obturatriz

La arteria obturatriz es una rama de la arteria ilíaca interna. Discurre anteriormente sobre la pared lateral de la pelvis y acompaña al nervio obturador a través del **conducto obturador** (es decir, la parte superior del foramen obturador) (véase [fig. 11-30](#)). Al entrar en el compartimento fascial medial del muslo, se divide en ramas mediales y laterales, que pasan alrededor del borde de la cara exterior de la membrana obturatriz. Emite ramas musculares y una rama articular para la articulación de la cadera.

Vena obturatriz

La vena obturatriz recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria. Drena en la vena ilíaca interna.

Inervación del compartimento fascial medial

El **nervio obturador** inerva la mayor parte del compartimento medial. Se origina en el plexo lumbar (L2, L3 y L4) y emerge en el borde medial del músculo psoas mayor dentro del abdomen. Discurre anteriormente sobre la pared lateral de la pelvis para alcanzar la parte superior del foramen obturador, donde se separa en dos divisiones, anterior y posterior ([fig. 11-32](#); véase también [fig. 11-30](#)). El **nervio tibial**, componente del nervio ciático, inerva parte del músculo aductor mayor (véanse las descripciones de los músculos anteriormente).

Ramos del nervio obturador

- La **división anterior** discurre inferiormente, anterior al obturador externo y el aductor corto y posterior al pectíneo y el aductor largo (véase [fig. 11-30](#)). Emite ramos musculares para el grácil, el aductor breve y el aductor largo y, en ocasiones, el pectíneo. Emite ramos articulares para la cadera y termina como un pequeño nervio que inerva la arteria femoral. Emite un ramo variable para el plexo subsartorial e inerva la piel en la cara medial del muslo.
- La **división posterior** perfora el obturador externo y pasa inferiormente, posterior al aductor breve y anterior al aductor mayor. Finalmente, desciende a

través del hiato aductor para inervar la rodilla. Emite ramos musculares para el obturador externo, la parte aductora del aductor mayor y, en ocasiones, el aductor breve.

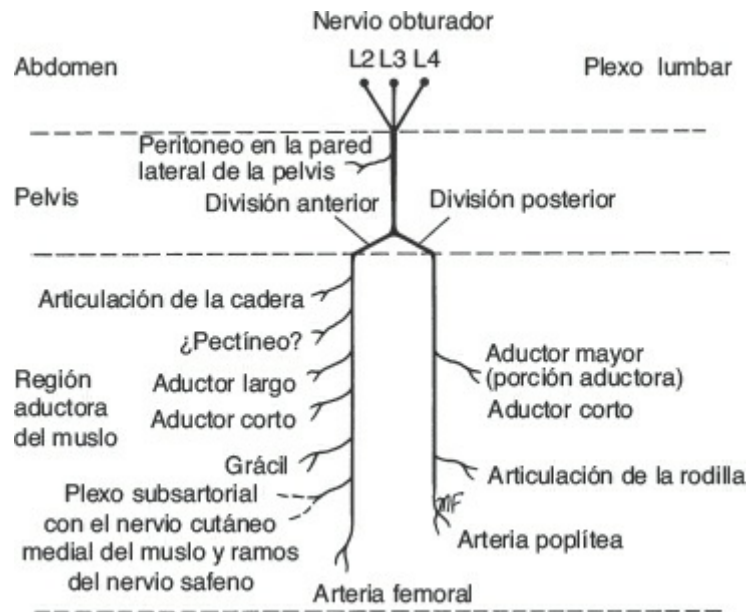


Figura 11-32 Resumen de los ramos principales del nervio obturador.

Contenidos del compartimento fascial posterior

- **Músculos.** Bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso y una pequeña parte del aductor mayor (porción isquiotibial).
- **Vascularización.** Ramas de la arteria femoral profunda.
- **Inervación.** Nervio ciático.



Notas clínicas

Músculos aductores y parálisis cerebral

En los pacientes con parálisis cerebral y espasticidad significativa del grupo aductor de músculos, es habitual realizar una **tenotomía** del aductor largo y seccionar la división anterior del nervio obturador. Además, en algunos casos graves, se aplasta la división posterior del nervio obturador. Esta cirugía mejora el espasmo del grupo de los músculos aductores y permite una recuperación lenta de los músculos inervados por la división posterior del nervio obturador.

Músculos del compartimento fascial posterior

Los músculos del compartimento fascial posterior se denominan colectivamente **músculos isquiotibiales**. Se muestran en las [figuras 11-33 y 11-34](#) y se resumen en la [tabla 11-4](#).

Obsérvese lo siguiente:

- El músculo **bíceps femoral** tiene dos cabezas: una **cabeza larga** (porción

isquiotibial) y una **cabeza corta** (porción femoral). También recibe doble inervación del nervio ciático. El **nervio tibial** inerva la cabeza larga, y el **fibular (peroneo) común** inerva la cabeza corta.

- Como se ha señalado anteriormente, el músculo **aductor mayor** también tiene dos porciones (una porción superior del aductor y una porción inferior del tendón) y doble inervación. El **nervio tibial**, componente del nervio ciático, inerva la porción isquiotibial, y el **nervio obturador** inerva la porción aductora.
- La inserción **semimembranosa** envía una expansión fibrosa superolateralmente, que refuerza la cápsula de la cara posterior de la articulación de la rodilla. Esta expansión se denomina **ligamento poplíteo oblicuo** (véase [fig. 11-59C](#)).

Vascularización del compartimento posterior

Las cuatro **ramas perforantes de la arteria femoral profunda** proporcionan una rica vascularización a este compartimento (véanse [figs. 11-29](#) y [11-30](#)). La vena femoral profunda drena la mayor parte de la sangre del compartimento.

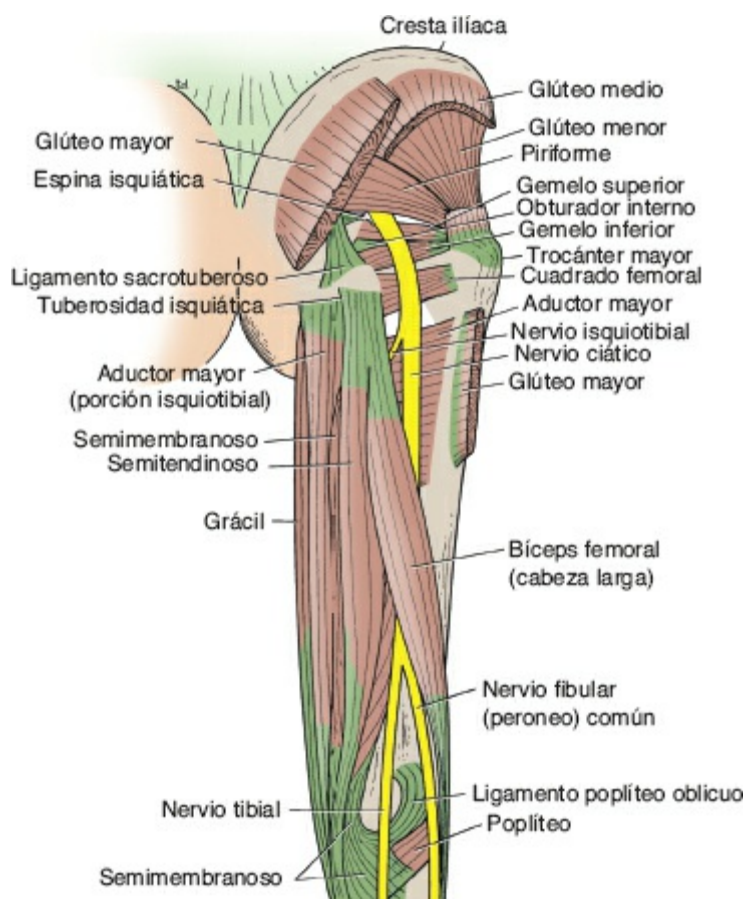


Figura 11-33 Estructuras de la cara posterior del muslo derecho.

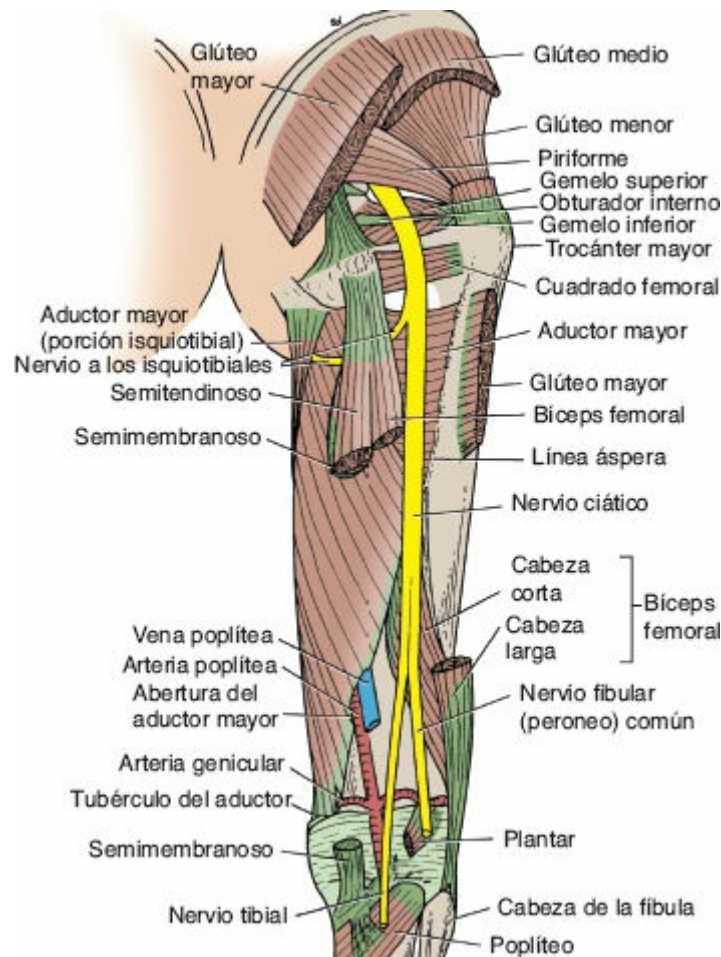


Figura 11-34 Estructuras profundas de la cara posterior del muslo derecho.

Inervación del compartimento posterior

El **nervio ciático** sale de la región glútea (véase texto sobre la región glútea) y desciende en la línea media del compartimento posterior del muslo (véanse [figs. 11-33](#) y [11-34](#)). Se superpone posteriormente con los bordes adyacentes de los músculos bíceps femoral y semimembranoso y yace en la cara posterior del músculo aductor mayor. El nervio termina en el tercio inferior del muslo al dividirse en los componentes **tibial** y **fibular (peroneo) común**. A veces, el nervio ciático se divide en sus dos porciones terminales en un nivel superior (en la parte superior del muslo, en la región glútea o incluso dentro de la pelvis).

El nervio tibial inerva la mayor parte del compartimento posterior del muslo (véase [fig. 11-20](#)). El nervio fibular (peroneo) común inerva solo la cabeza corta del bíceps (véase [fig. 11-19](#)). Tanto el nervio tibial como el fibular común entran en la fosa poplítea y continúan hacia la pierna (véanse [figs. 11-19](#) y [11-20](#)).

Tabla 11-4 Músculos del compartimento fascial posterior del muslo

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Bíceps femoral	Cabeza larga: tuberosidad isquiática	Cabeza de la fibula	Cabeza larga: porción tibial del nervio ciático	L5; S1, S2	Flexiona y rota lateralmente la pierna en la articulación de la rodilla; la cabeza larga también extiende el muslo en la articulación de la cadera.
	Cabeza corta: línea áspera, cresta supracondílea lateral del cuerpo del fémur		Cabeza corta: porción fibular común del nervio ciático		
Semitendinoso	Tuberosidad isquiática	Parte superior de la superficie medial del cuerpo de la tibia	Porción tibial del nervio ciático	L5; S1, S2	Flexiona y rota medialmente la pierna en la articulación de la rodilla; extiende el muslo en la articulación de la cadera.
Semimembranoso	Tuberosidad isquiática	Cóndilo medial de la tibia	Porción tibial del nervio ciático	L5; S1, S2	Flexiona y rota medialmente la pierna en la articulación de la rodilla; extiende el muslo en la articulación de la cadera.
Aductor mayor (porción isquiotibial)	Tuberosidad isquiática	Tubérculo del aductor del fémur	Porción tibial del nervio ciático	L2, L3, L4	Extiende el muslo en la articulación de la cadera.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

FOSA POPLÍTEA

La fosa poplítea es un espacio intermuscular en forma de diamante ubicado en la cara posterior de la rodilla ([fig. 11-35](#)). Es más prominente cuando la rodilla está flexionada. Contiene los vasos poplíteos, la vena safena menor, los nervios fibular (peroneo) común y tibial, el nervio cutáneo posterior del muslo, el ramo genicular del nervio obturador, tejido conjuntivo y nódulos linfáticos. La fosa poplítea es comparable a la fosa cubital del miembro superior, ya que ambas conectan los segmentos superior e inferior del miembro.

Límites

- **Lateralmente.** Bíceps femoral superiormente y cabeza lateral del gastrocnemio y plantar inferiormente (*véase* [fig. 11-35](#)).
- **Medialmente.** Semimembranoso y semitendinoso superiormente y cabeza medial del gastrocnemio inferiormente.
- **Pared anterior (suelo).** Cara poplítea del fémur, cápsula articular de la rodilla y músculo poplíteo ([fig. 11-36](#)).
- **Techo.** Piel, fascia superficial y fascia profunda del muslo.

Músculos

Los músculos bíceps femoral, el semimembranoso y los semi-tendinosos se describen en la sección de la porción posterior del muslo. Los músculos

gastrocnemio y plantar se describen en la sección de la porción posterior de la pierna.

El músculo **poplíteo** tiene un papel clave en el movimiento de la rodilla. Se ilustra en las [figuras 11-36 y 11-37](#) y se resume en la [tabla 11-7](#) (con los músculos del compartimento fascial posterior de la pierna). El músculo se origina dentro de la cápsula de la rodilla y su tendón separa el menisco lateral del ligamento lateral de la articulación. Surge a través de la parte inferior de la cara posterior de la cápsula articular para pasar a su inserción. El poplíteo actúa flexionando la rodilla y rotando medialmente la rodilla sobre el fémur o, con el pie en el suelo, la rotación lateral del fémur sobre la tibia. La última acción ocurre al comienzo de la flexión de la rodilla extendida, y su acción rotatoria reduce la tracción de los ligamentos de la rodilla. Esta acción a veces se denomina ***desbloqueo de la rodilla***. Debido a su inserción al menisco lateral, también tracciona el cartílago anteriormente al comienzo de la flexión de la rodilla.

Arteria poplítea

La arteria poplítea es la continuación de la arteria femoral (*véase fig. 11-29*). Se localiza profunda y entra en la fosa poplítea a través del **hiato aductor** (abertura en el aductor mayor) (*véanse figs. 11-26, 11-34 y 11-36*). Termina a nivel del borde inferior del músculo poplíteo, donde se divide en arterias tibiales anterior y posterior (*véase fig. 11-36*).

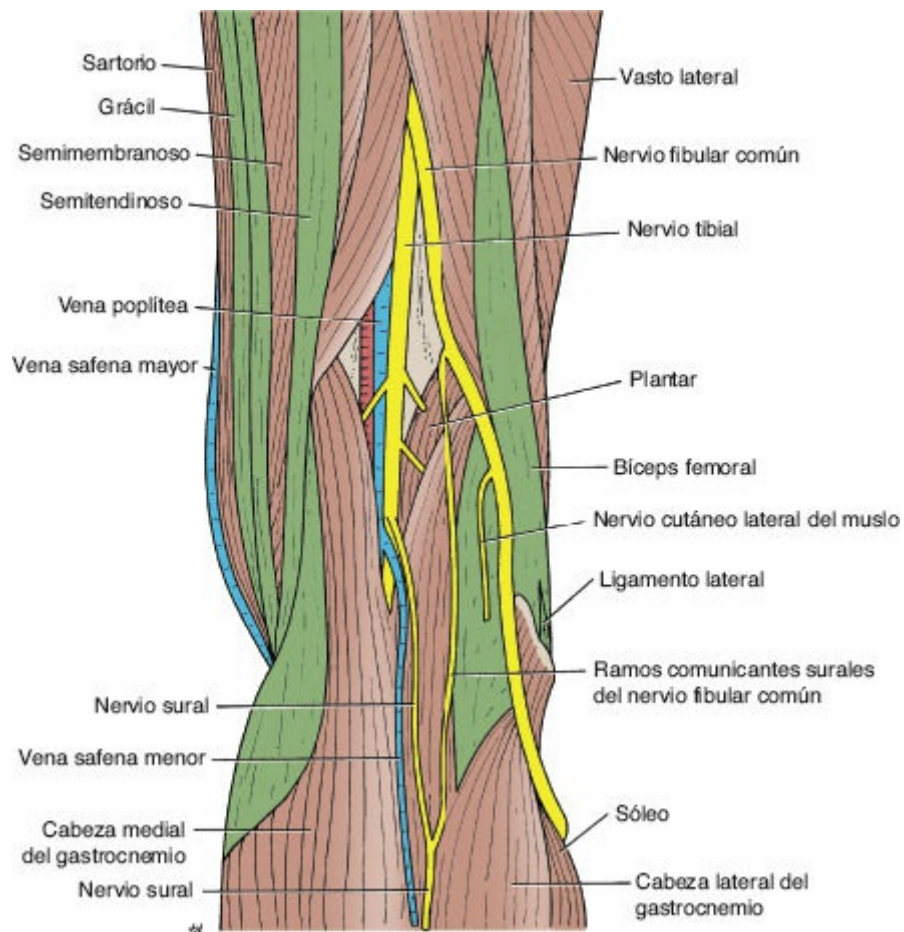


Figura 11-35 Límites y contenidos de la fosa poplítea derecha.

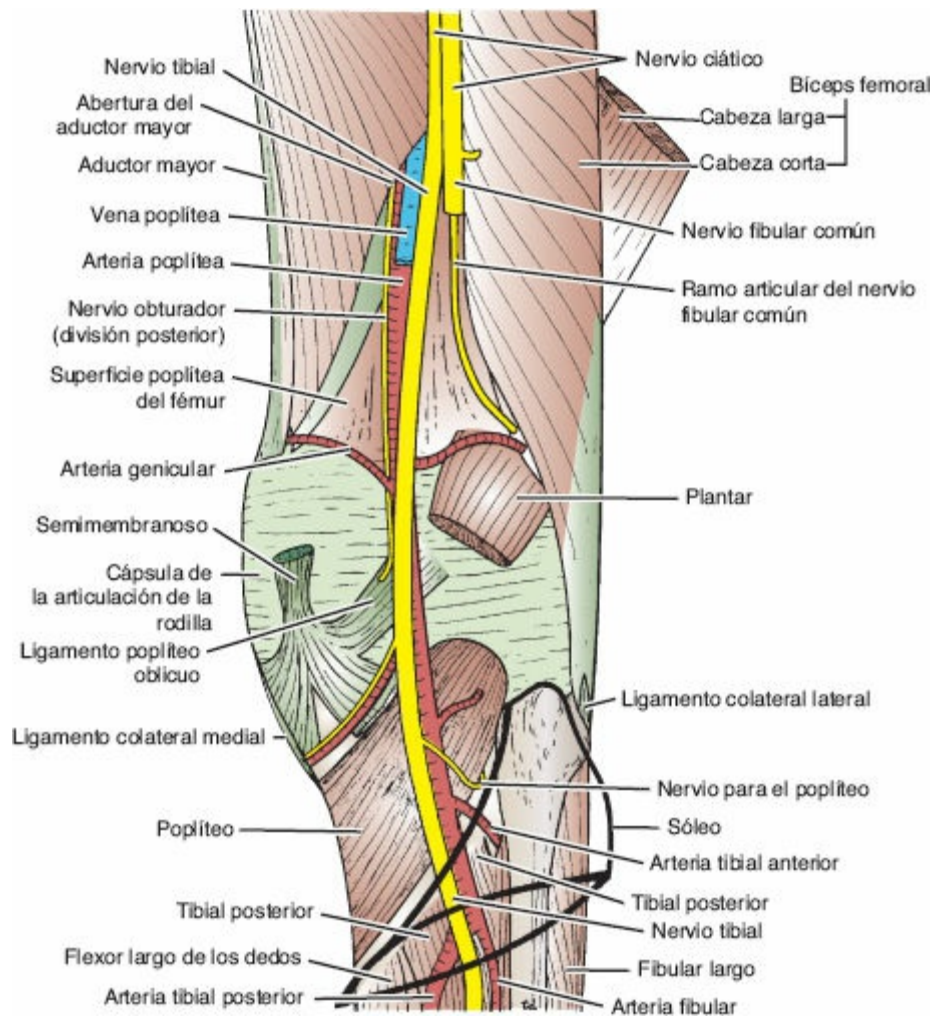


Figura 11-36 Estructuras profundas de la fosa poplítea derecha. El extremo proximal del sóleo se muestra solo en contorno.

Relaciones

- **Anteriormente.** Cara poplítea del fémur, rodilla y músculo poplíteo (véase [fig. 11-36](#)).
- **Posteriormente.** Vena poplítea, nervio tibial, fascia y piel (véase [fig. 11-35](#)).

Ramas

La arteria poplítea tiene ramas musculares y numerosas ramas geniculares para la rodilla (véase [fig. 11-36](#)).

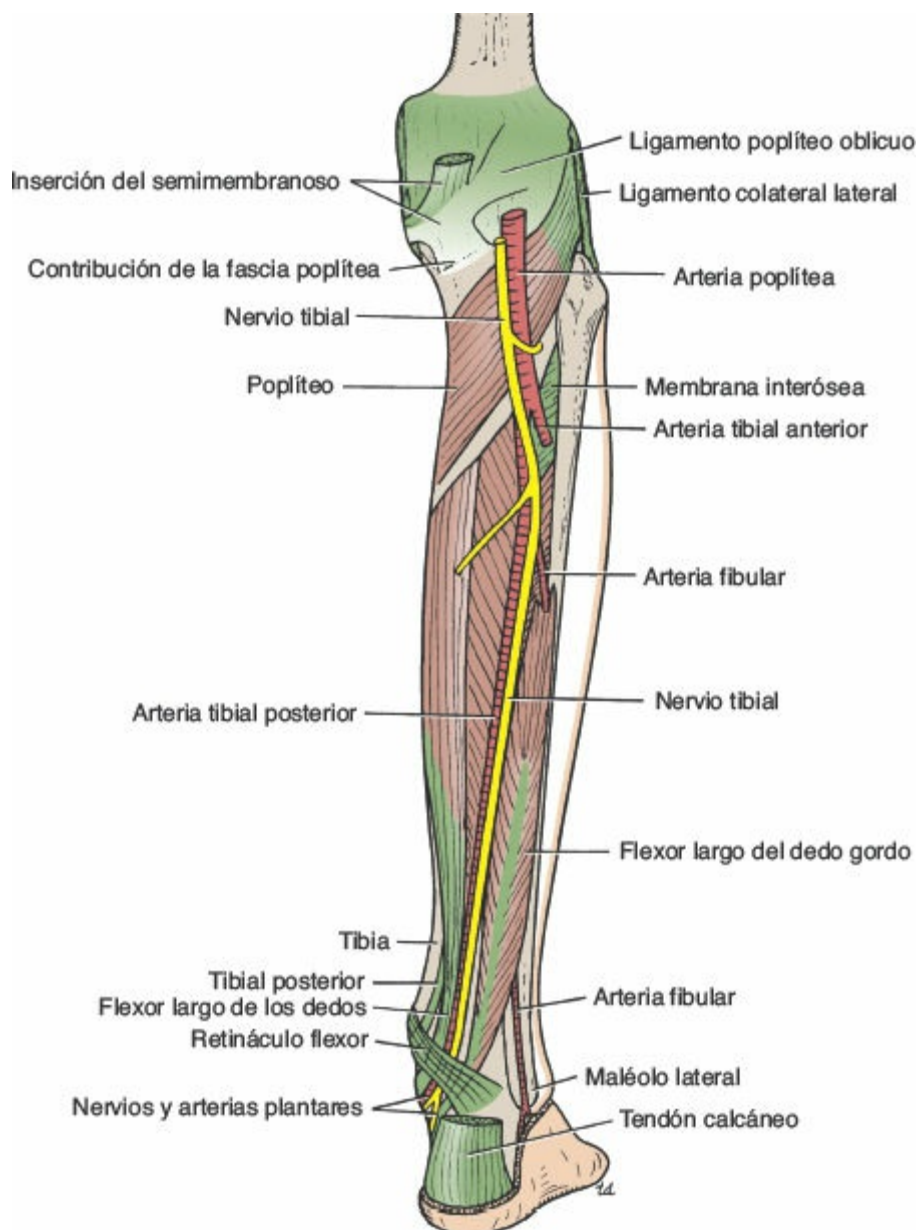


Figura 11-37 Estructuras profundas de la cara posterior de la pierna derecha.

Anastomosis arterial alrededor de la rodilla

Hay una anastomosis profusa de pequeñas ramas de la arteria femoral con ramas musculares y articulares de la arteria poplítea y con ramas de las arterias tibiales anterior y posterior. Esta red es necesaria para compensar el estrechamiento de la arteria poplítea que se produce durante la flexión total de la rodilla.



Notas clínicas

Aneurisma poplíteo

Se considera que las pulsaciones de la pared de la arteria femoral contra el tendón del aductor mayor en la abertura del hiato aductor contribuyen al desarrollo de los aneurismas poplíteos.

Inflamación de la bolsa del semimembranoso

La inflamación de la bolsa del semimembranoso es la más frecuente de las que se detectan en el espacio poplíteo. Se tensa cuando se extiende la articulación de la rodilla y se vuelve flácida cuando esta se flexiona. Debe diferenciarse del quiste de Baker, localizada centralmente y que se origina como un divertículo patológico (artrósico) de la membrana sinovial a través de un orificio en la cara posterior de la cápsula de la articulación de la rodilla.

Vena poplíteo

La vena poplíteo está formada por la unión de las **venas comitantes** de las arterias tibiales anterior y posterior en el borde inferior del músculo poplíteo sobre el lado medial de la arteria poplíteo. A medida que asciende a través de la fosa, cruza posterior a la arteria poplíteo y yace sobre su cara lateral (véanse figs. 11-35 y 11-36). Pasa a través del hiato aductor para convertirse en la vena femoral.

Tributarias

Las tributarias de la vena poplíteo son las siguientes:

- Venas que se corresponden con ramas que nacen de la arteria poplíteo.
- **Vena safena menor**, que perfora la fascia profunda y pasa entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio para terminar en la vena poplíteo (véase fig. 11-35).

Nódulos linfáticos poplíteos

El tejido conjuntivo adiposo de la fosa poplíteo encierra aproximadamente seis nódulos linfáticos (véase fig. 11-15). Reciben vasos linfáticos superficiales de la cara lateral del pie y la pierna. Acompañan a la vena safena menor en la fosa poplíteo. También reciben la linfa de la rodilla y de los vasos linfáticos profundos que acompañan a las arterias tibiales anterior y posterior.

Nervios

Superior a la fosa poplíteo, el nervio ciático se divide en sus componentes tibial y peroneo común, y cada uno de ellos pasa a través de la fosa a medida que desciende hacia la pierna.

Nervio tibial

El ramo terminal mayor del nervio ciático, el nervio tibial, se origina en el tercio inferior del muslo. Discurre inferiormente a través de la fosa poplíteo, primero en la cara lateral de la arteria poplíteo, luego en su cara posterior y finalmente en la medial (véanse figs. 11-35 y 11-36). La vena poplíteo se localiza entre el nervio y la arteria a lo largo de su trayecto. El nervio entra en el compartimento posterior de la pierna inferior al músculo sóleo.

Ramos

- **Cutáneos.** El **nervio sural** desciende entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio y en general está unido por el ramo **comunicante sural del nervio fibular común** (véanse [figs. 11-20](#) y [11-35](#)). Numerosos ramos pequeños emergen del nervio sural para inervar la piel de la pantorrilla y la cara posterior de la pierna. El nervio sural acompaña a la vena safena menor posterior al maléolo lateral y se distribuye en la piel a lo largo del borde lateral del pie y la cara lateral del dedo pequeño.
- Los ramos **musculares** inervan las cabezas del gastrocnemio y el plantar, el sóleo y el poplíteo (véanse [figs. 11-20](#), [11-35](#) y [11-36](#)).
- Los ramos **articulares** inervan la rodilla.

Nervio fibular (peroneo) común

El ramo terminal más pequeño del nervio ciático, el nervio fibular común, se origina en el tercio inferior del muslo. Discurre inferiormente a través de la fosa poplítea, siguiendo el borde medial del músculo bíceps femoral (véanse [figs. 11-35](#) y [11-36](#)). Sale de la fosa cruzando la cabeza lateral del músculo gastrocnemio. Luego discurre posterior a la cabeza de la fíbula, pasa lateralmente alrededor del cuello del hueso, cruza el músculo fibular largo y se divide en dos ramos terminales: el **nervio fibular superficial** y el **nervio fibular profundo** (véase [fig. 11-19](#)). Dado que el nervio se localiza en la cara lateral del cuello de la fíbula, es subcutáneo y puede palparse fácilmente contra el hueso.

Ramos

- **Cutáneos.** El **ramo comunicante sural** (véanse [figs. 11-19](#) y [11-35](#)) discurre inferiormente y se une al nervio sural. El **nervio cutáneo lateral de la pantorrilla** inerva la piel de la lateral de la parte posterior de la pierna (véanse [figs. 11-12](#) y [11-35](#)).
- Ramo **muscular** para la cabeza corta del músculo bíceps femoral, que se eleva en la fosa poplítea (véase [fig. 11-36](#)).
- Ramos **musculares** para la articulación de la rodilla.

Nervio cutáneo posterior del muslo

El nervio cutáneo posterior del muslo termina inervando la piel sobre la fosa poplítea (véase [fig. 11-12](#)).

Nervio obturador

La división posterior del nervio obturador sale del canal de los aductores (subsartorial) con la arteria femoral pasando por el hiato aductor (véase [fig. 11-36](#)). El nervio inerva la articulación de la rodilla.



Notas clínicas

Lesión del nervio fibular (peroneo) común

El nervio fibular común es extremadamente vulnerable a lesionarse, ya que rodea el cuello de la fíbula. En este lugar, está expuesto a traumatismos directos o a afectarse en las fracturas de la parte superior de la fíbula. La lesión del nervio fibular común desencadena el **pie caído**.

PIERNA

La pierna es la parte media del miembro inferior, es decir, la parte entre la rodilla y el tobillo. Por el contrario, el brazo es el segmento proximal del miembro superior, que es la parte entre el hombro y el codo. Por lo tanto, son diferentes porciones de los miembros (superior e inferior, respectivamente).

Fascia

La fascia profunda de la pierna forma los compartimentos de la pierna (*véase* más adelante) y también forma una serie de retináculos que ayudan a la eficiencia mecánica de los músculos de la pierna.

Membrana interósea

La membrana interósea une la tibia y la fíbula y proporciona inserción para los músculos adyacentes (*figs. 11-38 y 11-40*).

Retináculos del tobillo

Los retináculos son engrosamientos de la fascia profunda que mantienen la posición de los tendones largos de alrededor del tobillo, evitan que los tendones largos entren en la cuerda del arco y actúan como poleas. Los detalles de la disposición de los tendones por debajo de los diferentes retináculos se describen más adelante, con el tobillo.

Retináculo extensor superior

El retináculo de los músculos extensores superior se inserta en los extremos distales de los bordes anteriores de la fíbula y la tibia (*figs. 11-39 a 11-42*).

Retináculo extensor inferior

El retináculo de los músculos extensores inferior es una banda en forma de “Y” localizada en la cara anterior del tobillo (*véanse figs. 11-39 a 11-42*). Las bandas fibrosas separan los tendones en compartimentos (*fig. 11-43*), cada uno recubierto de una vaina sinovial.

Retináculo de los músculos flexores

El retináculo de los músculos flexores se extiende posteroinferiormente desde el

maléolo medial para insertarse en la cara medial del calcáneo ([fig. 11-44B](#); véase también [fig. 11-37](#)). Une los tendones de los músculos profundos de la cara posterior de la pierna con la cara posterior del maléolo medial a medida que pasan anteriormente para entrar en la planta del pie. Los tendones se localizan en compartimentos (véase [fig. 11-43](#)), cada uno recubierto de una vaina sinovial.

Retináculo fibular superior

El retináculo fibular superior conecta el maléolo lateral con la cara lateral del calcáneo (véanse [figs. 11-43 y 11-44A](#)). Fija los tendones de los fibulares largo y corto contra la cara posterior del maléolo lateral. Los tendones tienen una vaina sinovial común.

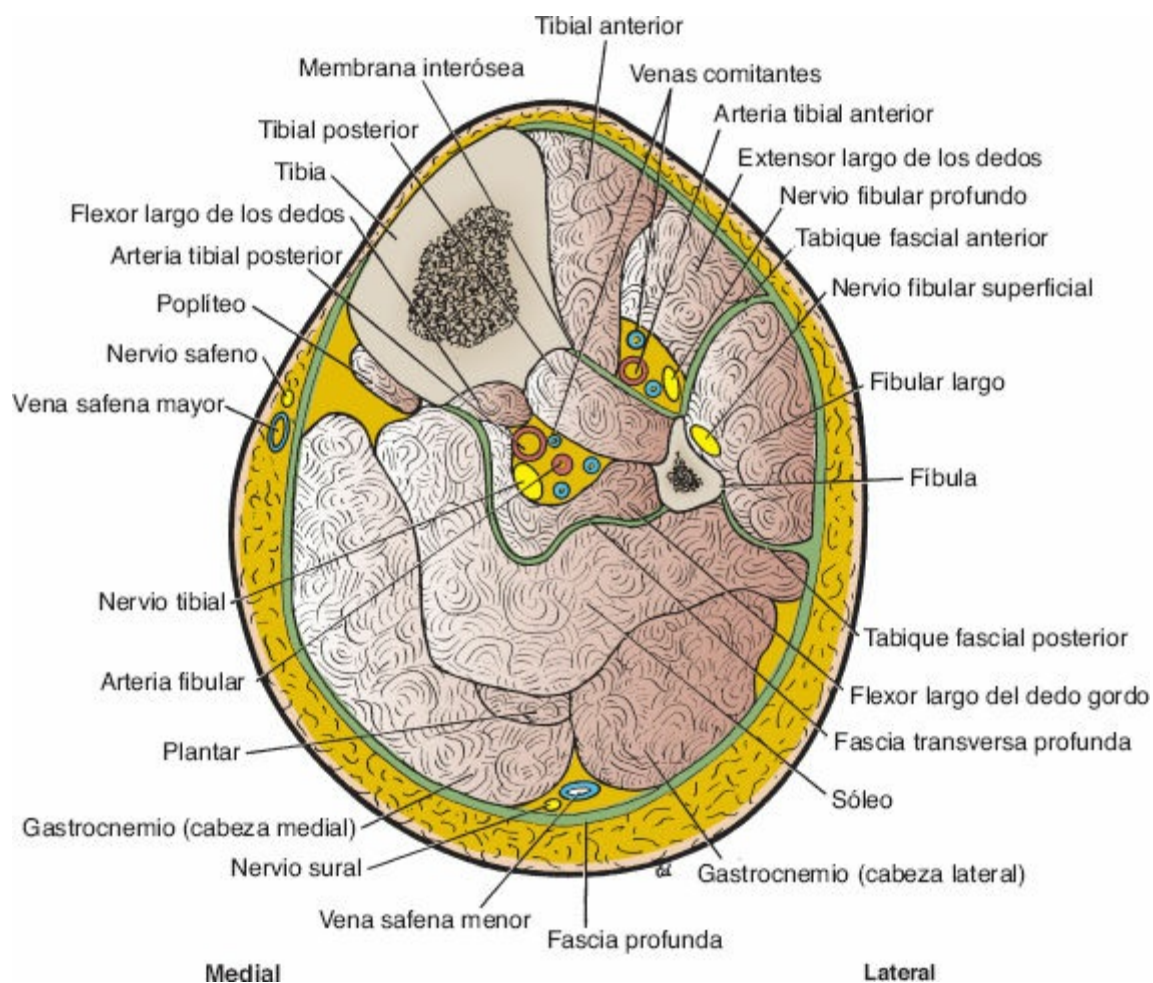


Figura 11-38 Sección transversal a través de la mitad de la pierna derecha (vista superior).



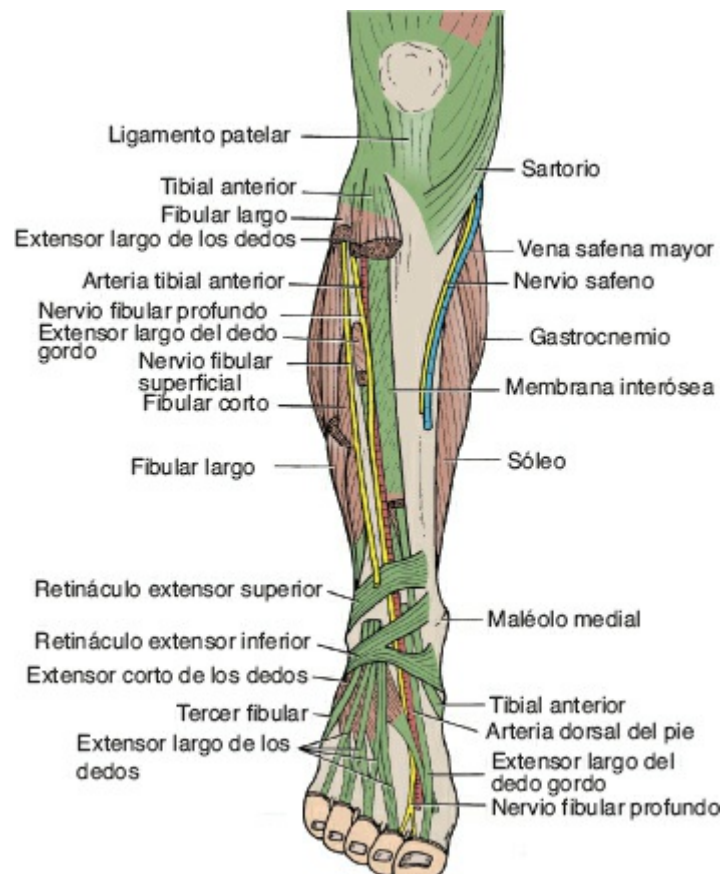


Figura 11-40 Estructuras profundas en las caras anterior y lateral de la pierna derecha y el dorso del pie.



Figura 11-41 Disección de la cara anterior de la pierna derecha y el dorso del pie.

Retináculo de los músculos fibulares inferior

El retináculo inferior de los músculos fibulares une los tendones de los músculos fibulares largo y corto con la cara lateral del calcáneo (véase [fig. 11-44A](#)). Cada uno de los tendones tiene una vaina sinovial, que es continua superiormente con la vaina común.

Nervios cutáneos

El **nervio cutáneo lateral de la pantorrilla**, ramo del nervio fibular común, inerva la piel de la cara superior de la cara lateral de la pierna (véase [fig. 11-12](#)).

El **nervio fibular superficial**, ramo del nervio fibular común, inerva la piel de la parte inferior de la cara anterolateral de la pierna (véase [fig. 11-13](#)).

El **nervio safeno**, ramo del nervio femoral, inerva la piel en la cara anteromedial de la pierna (véase [fig. 11-13](#)).

El **nervio cutáneo posterior del muslo** desciende por la cara posterior del muslo. Inerva la piel sobre la fosa poplítea y la parte superior de la cara posterior de la pierna (véase [fig. 11-12](#)).

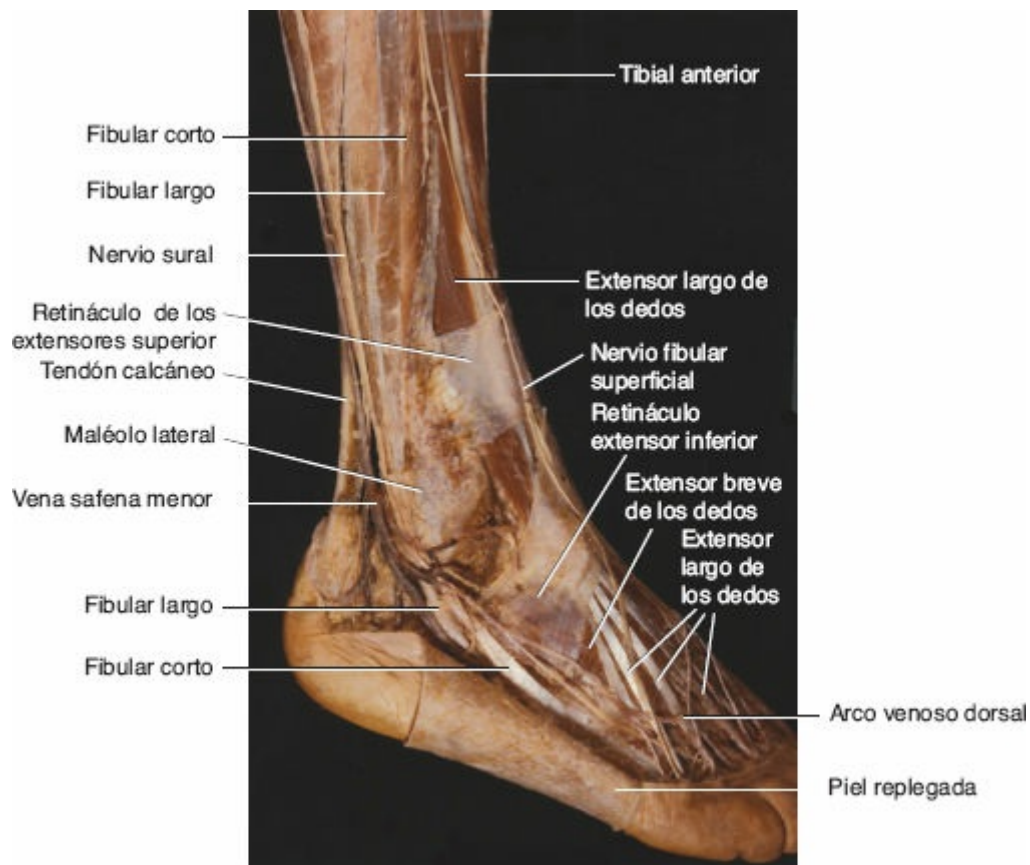


Figura 11-42 Disección de la región del tobillo derecho que muestra las estructuras que pasan posteriores al maléolo lateral. Obsérvese la posición del retináculo.

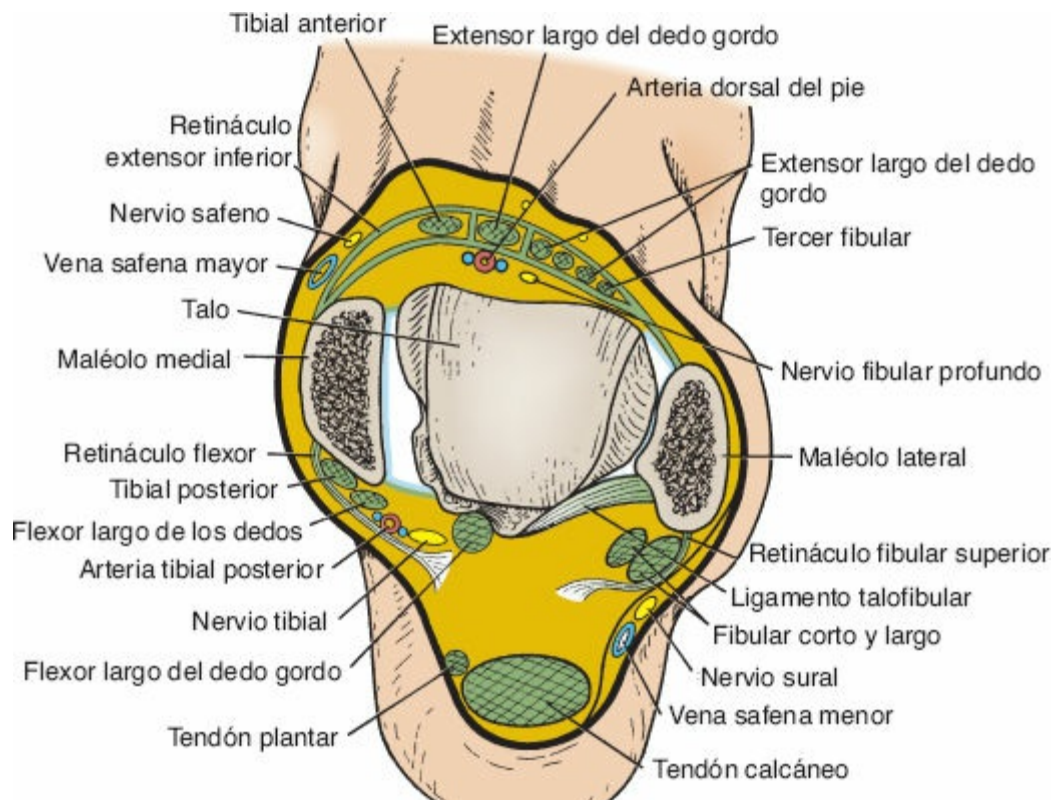


Figura 11-43 Relaciones de la articulación del tobillo derecho.

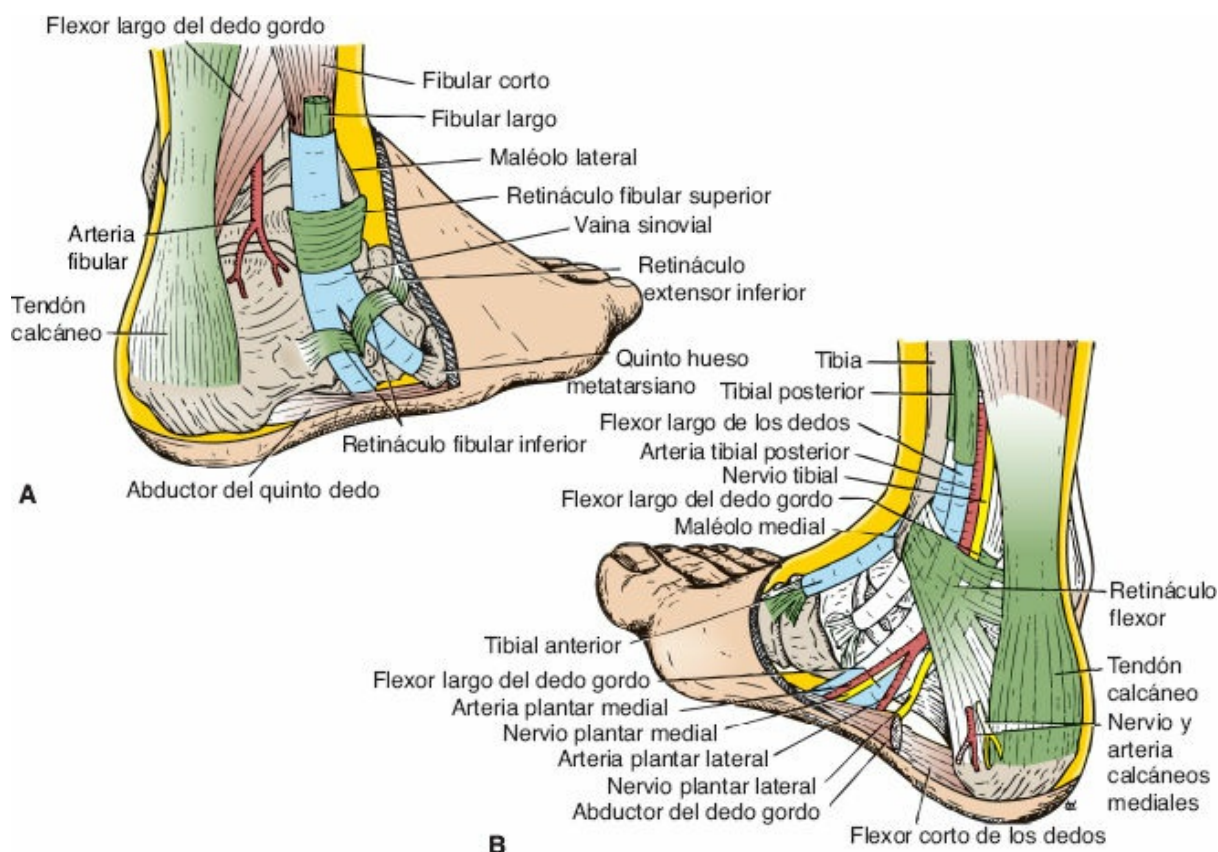


Figura 11-44 Estructuras que pasan posteriores al maléolo lateral (A) y medial (B). Las vainas sinoviales de los tendones se muestran en azul. Obsérvense las posiciones del retináculo.

El **nervio cutáneo lateral de la pantorrilla**, ramo del nervio fibular común, inerva la piel de la parte superior de la cara posterolateral de la pierna.

El **nervio sural**, ramo del nervio tibial, inerva la piel de la parte inferior de la cara posterolateral de la pierna.

El **nervio safeno**, ramo del nervio femoral, emite ramos que inervan la piel en la cara posteromedial de la pierna (véase fig. 11-13).

Venas superficiales

Diversas venas pequeñas se curvan alrededor de la cara medial de la pierna y terminan drenando la vena safena mayor (véase fig. 11-22).

La **vena safena menor** se origina en la cara lateral del arco venoso dorsal del pie. Ascende posterior al maléolo lateral en compañía del nervio sural, sigue el borde lateral del tendón del calcáneo y luego discurre hacia la mitad de la cara posterior de la pierna. La vena cruza la fascia profunda, pasa entre las dos cabezas del músculo gastrocnemio en la parte inferior de la fosa poplítea y termina en la vena poplítea (véanse figs. 11-22 y 11-35). La pequeña vena safena posee varias válvulas en todo su trayecto. La terminación de esta vena es variable. Puede unirse a la vena poplítea, puede unirse a la vena safena mayor, o puede dividirse en dos, y una división se une a la poplítea y la otra se une a la vena safena mayor.

Tributarias

- Diversas **pequeñas venas** de la cara posterior de la pierna.
- **Venas comunicantes** con las venas profundas del pie.
- **Ramas anastomóticas** importantes que se extienden superomedialmente y se unen a la vena safena mayor (véase [fig. 11-22](#)).

Vasos linfáticos

La mayor parte de la linfa de la piel y la fascia superficial de la **cara anterior de la pierna** drena superomedialmente en los vasos que siguen a la vena safena mayor, para terminar en el **grupo vertical de los nódulos linfáticos inguinales superficiales** (véase [fig. 11-15](#)). Una pequeña cantidad de linfa de la parte lateral superior de la cara anterior de la pierna puede pasar a través de los vasos que acompañan a la vena safena menor, y drenar en los nódulos poplíteos.

Los vasos linfáticos de la piel y la fascia superficial de la **cara posterior de la pierna** drenan superiormente y pasan por el lado medial de la pierna para finalizar en el grupo vertical de los nódulos inguinales superficiales o en los nódulos poplíteos.

Compartimentos fasciales y músculos de la pierna

La fascia profunda rodea firmemente la pierna y es continua superiormente con la fascia profunda del muslo. Inferior a los cóndilos de la tibia, se une al periostio en los bordes anterior y medial de la tibia (véase [fig. 11-38](#)). **Dos tabiques intermusculares** emergen de su cara profunda para insertarse en la fíbula. Estos, junto con la **membrana interósea**, dividen la pierna en **tres compartimentos**: anterior, lateral y posterior. Al igual que en el muslo, cada compartimento tiene sus propios músculos, vascularización e inervación.

Contenidos del compartimento fascial anterior

- **Músculos.** Tibial anterior, extensor largo de los dedos, tercer fibular y extensor del dedo gordo.
- **Vascularización.** Arteria tibial anterior.
- **Inervación.** Nervio fibular (peroneo) profundo.

Músculos del compartimento fascial anterior

Los músculos se muestran en las [figuras 11-38 a 11-41](#) y [11-43](#) y se resumen en la [tabla 11-5](#).

Obsérvese lo siguiente:

- La **extensión (flexión dorsal o dorsiflexión)** del tobillo es el movimiento del pie que se aleja del suelo, como al levantar el pie hacia la espinilla. La **flexión (flexión plantar)** es el movimiento del pie en dirección al suelo, como al estar

de pie sobre los dedos.

- La **inversión** del pie es el movimiento de rotación medial de la planta del pie, hacia la línea media (fig. 11-45A). La **eversión** del pie es la rotación lateral de la planta del pie, alejándose de la línea media (véase fig. 11-45B).
- El músculo **tercer fibular** extiende/dorsiflexiona el pie en la articulación del tobillo junto con los otros músculos de este compartimento, y es innervado por el nervio fibular profundo. El músculo también evierte el pie en las articulaciones transversa del tarso y subtalar junto con los músculos fibulares largo y corto, pero no recibe innervación del nervio fibular superficial.
- Los **tendones del extensor largo de los dedos** en la cara dorsal de cada dedo del pie se incorporan en una expansión fascial llamada **expansión extensora**. La parte central de la expansión se inserta en la base de la falange media, y las dos partes laterales convergen para insertarse en la base de la falange distal. Es similar a la inserción del extensor de los dedos de la mano.

Arteria del compartimento fascial anterior

La **arteria tibial anterior** es la más pequeña de las ramas terminales de la arteria poplítea (véase fig. 11-29). Se origina en el borde inferior del músculo poplíteo y pasa anteriormente hacia el compartimento anterior de la pierna a través de una abertura en la parte superior de la membrana interósea (véase fig. 11-36). Desciende sobre la cara anterior de la membrana interósea, acompañada por el nervio fibular profundo (véanse figs. 11-38 y 11-40). En la parte superior de su trayecto, se localiza profundo e inferior a los músculos del compartimento. En la parte inferior de su trayecto es más superficial, y se ubica anterior al extremo inferior de la tibia. Después de pasar profundo al retináculo extensor superior, tiene el tendón del extensor del dedo gordo en su cara medial y el nervio fibular profundo y los tendones del extensor largo de los dedos en su cara lateral. Aquí, es fácil notar sus pulsaciones. La arteria se convierte en la **arteria dorsal del pie** cuando se ubica anterior al tobillo, después de pasar el nivel de los maléolos (véase fig. 11-40).

Tabla 11-5 Músculos del compartimento fascial anterior de la pierna

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA ^a	ACCIÓN
Tibial anterior	Cara lateral del cuerpo de la tibia y la membrana interósea	Cuneiforme medial y base del primer hueso metatarsiano	Nervio fibular profundo	L4; S5	Extiende ^b el pie en la articulación del tobillo; invierte el pie en las articulaciones subtalar y tarsianas transversales; sostiene el arco longitudinal medial del pie.
Extensor largo de los dedos	Cara anterior del cuerpo de la fibula	Expansión extensora de cuatro dedos laterales	Nervio fibular profundo	L5; S1	Extiende los dedos; extiende el pie en la articulación del tobillo.
Tercer fibular	Cara anterior del cuerpo de la fibula	Base del quinto hueso metatarsiano	Nervio fibular profundo	L5; S1	Extiende el pie en la articulación del tobillo; evierte el pie en articulaciones subtalar y transversa del tarso.
Extensor largo del dedo gordo	Cara anterior del cuerpo de la fibula	Base de la falange distal del dedo gordo	Nervio fibular profundo	L5; S1	Extiende el dedo gordo; extiende el pie en la articulación del tobillo; invierte el pie en las articulaciones subtalar y transversa del tarso.

^aLa raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

^bLa extensión, o flexión dorsal, del tobillo es el movimiento del pie al alejarse del suelo.

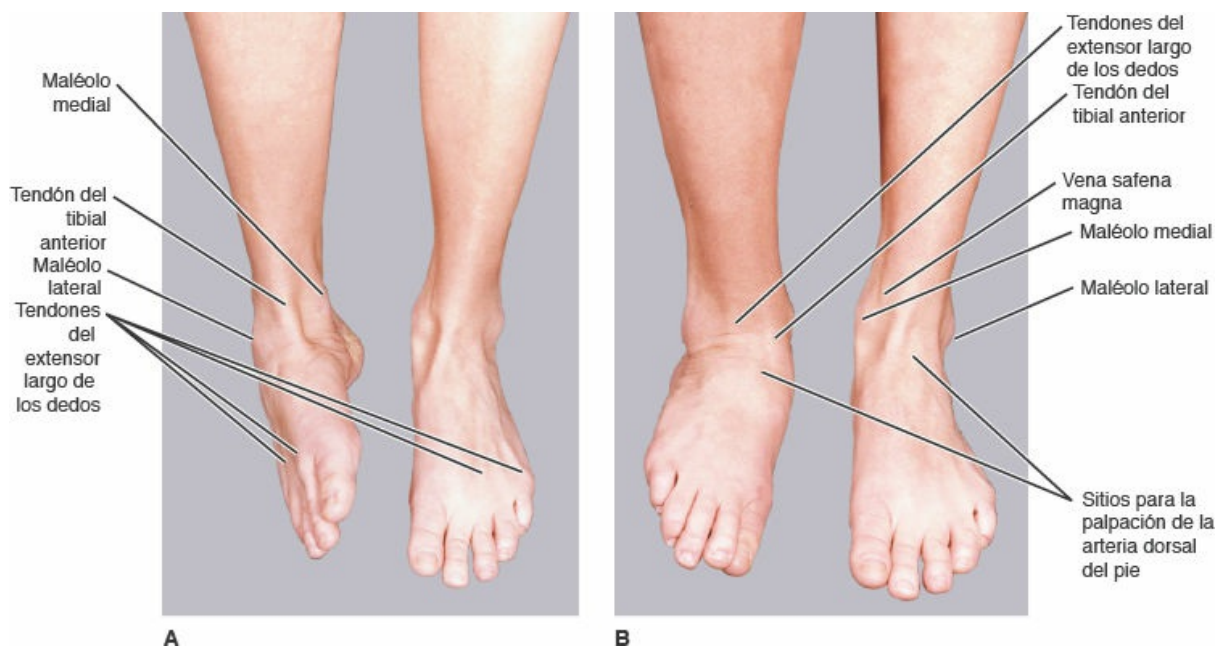


Figura 11-45 Vista anterior de los tobillos y pies en la que se muestra la inversión (A) y la eversión (B) del pie derecho.

Ramas

- **Ramas musculares** para los músculos adyacentes.
- **Ramas anastomóticas** que se anastomosan con ramas de otras arterias alrededor de las articulaciones de la rodilla y el tobillo.
- **Venas comitantes** de la arteria tibial anterior que se unen a las de la arteria tibial posterior en la fosa poplítea para formar la vena poplíteica.

Inervación del compartimento fascial anterior

El **nervio fibular profundo** es uno de los ramos terminales del nervio fibular común (véase [fig. 11-19](#)). Se origina en la sustancia del músculo fibular largo en la cara lateral del cuello de la fibula (véase [fig. 11-40](#)). El nervio entra en el compartimento anterior perforando el tabique fascial anterior. Después, desciende profundamente hacia el músculo extensor largo de los dedos, primero lateral, después anterior y, finalmente, lateralmente a la arteria tibial anterior. El nervio discurre profundo al retináculo extensor y continúa hacia el pie.

Ramos

- **Ramos musculares** para el compartimento anterior (tibial anterior, extensor largo de los dedos, tercer fibular y extensor largo del dedo gordo).
- **Ramo articular** para la articulación del tobillo.



Notas clínicas

Síndrome compartimental anterior

El síndrome compartimental anterior de la pierna se produce por un aumento en la presión dentro del compartimento debido a una mayor producción de líquido tisular. Una causa frecuente es la lesión de tejidos blandos relacionada con fracturas óseas, y el diagnóstico temprano es crítico. El dolor sordo en el compartimento anterior de la pierna, que es característico de este síndrome, puede llegar a ser muy intenso. La flexión dorsal del pie en la articulación del tobillo intensifica el dolor. El estiramiento de los músculos que pasan a través del compartimento del tobillo por la flexión plantar pasiva del tobillo también aumenta el dolor. A medida que la presión aumenta, el retorno venoso disminuye, lo que origina un aumento adicional de la presión. En casos graves, la compresión provoca la interrupción de la vascularización, y el pulso arterial desaparece. El músculo tibial anterior, el extensor largo de los dedos y el extensor largo del dedo gordo quedan paralizados. La pérdida de sensibilidad se limita al área inervada por el nervio fibular profundo, que es la hendidura de la piel entre el primer y el segundo dedo del pie. El cirujano puede abrir el compartimento anterior de la pierna con una incisión longitudinal a través de la fascia profunda, y así descomprimir el área y evitar la necrosis anóxica de los músculos.

Contenidos del compartimento fascial lateral

- **Músculos.** Fibular largo y fibular corto.
- **Vascularización.** Ramas de la arteria fibular.
- **Inervación.** Nervio fibular superficial.

Músculos del compartimento fascial lateral

Los músculos se muestran en las [figuras 11-38, 11-39, 11-41, 11-42, 11-43 y 11-44A](#) y se resumen en la [tabla 11-6](#).

Obsérvese lo siguiente:

- Tanto el músculo fibular largo como el corto flexionan el pie en la articulación del tobillo y lo evierten en las articulaciones subtalar y transversa del tarso. También desempeñan un papel importante en el sostén del arco longitudinal lateral del pie. Además, el tendón del fibular largo sirve como fijación del arco

transverso del pie.

Arteria del compartimento fascial lateral

Varias ramas de la **arteria fibular** (véase fig. 11-29), que se localiza en el compartimento posterior de la pierna, perforan el tabique fascial posterior e irrigan los músculos de la fibula.

Nervio del compartimento fascial lateral

El **nervio fibular (peroneo) superficial** es uno de los ramos terminales del nervio fibular común (véase fig. 11-19). Se origina en la sustancia del músculo fibular largo en la cara lateral del cuello de la fibula (véanse figs. 11-40 a 11-42). Desciende entre los músculos fibulares largo y corto y se vuelve cutáneo en la parte inferior de la pierna (véanse figs. 11-39 y 11-42).

Ramos

- Ramos **musculares** para el compartimento lateral (fibular largo y corto) (véase fig. 11-40).
- **Cutáneos**. Los ramos medial y lateral se distribuyen hacia la piel en la parte inferior de la cara anterior de la pierna y el dorso del pie. Además, los ramos inervan las caras dorsales de la piel de todos los dedos, excepto los lados adyacentes de los dedos primero y segundo y la cara lateral del dedo pequeño.



Notas clínicas

Tenosinovitis y dislocación de los tendones de los fibulares largo y corto

La tenosinovitis (inflamación de las vainas sinoviales) puede afectar las vainas tendinosas de los músculos de la fibula largo y corto, ya que pasan posteriores al maléolo lateral. El tratamiento consiste en inmovilización, calor y fisioterapia. La dislocación del tendón puede producirse cuando los tendones de los fibulares largo y corto se dislocan anteriormente desde la cara posterior del maléolo lateral. Para que se produzca esta lesión, debe desgarrarse el retináculo fibular superior. Suele aparecer en niños mayores y estar ocasionada por un traumatismo.

Contenidos del compartimento fascial posterior

La **fascia transversa profunda de la pierna** es un tabique que divide los músculos del compartimento posterior en dos grupos: **superficial** y **profundo** (véase fig. 11-38).

- **Grupo de músculos superficiales**. Gastrocnemio, plantar y sóleo.
- **Grupo de músculos profundos**. Poplíteo, flexor largo de los dedos, flexor del dedo gordo y tibial posterior.
- **Vascularización**. Arteria tibial posterior.
- **Inervación**. Nervio tibial.

Músculos del compartimento fascial posterior: grupo superficial

Los músculos se muestran en las [figuras 11-38 y 11-46](#) y se resumen en la [tabla 11-7](#).

Obsérvese lo siguiente:

El sóleo, el gastrocnemio y el plantar actúan en conjunto como resistentes flexores plantares de la articulación del tobillo. Proporcionan la fuerza de propulsión hacia adelante principal en la locomoción, utilizando el pie como palanca y levantando el talón del suelo.

Tabla 11-6 Músculos del compartimento fascial lateral de la pierna

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Fibular largo	Cara lateral del cuerpo del fémur	Base del primer metatarsiano y el cuneiforme medial	Nervio fibular superficial	L5; S1, S2	El plantar flexiona el pie en la articulación del tobillo; evierte el pie en las articulaciones subtalar y transversa del tarso; mantiene los arcos longitudinal lateral y transverso del pie.
Fibular corto	Cara lateral del cuerpo de la fibula	Base del quinto hueso metatarsiano	Nervio fibular superficial	L5; S1, S2	Permite la flexión plantar del pie en la articulación del tobillo; evierte el pie en las articulaciones subtalar y transversa del tarso; mantiene el arco longitudinal lateral del pie.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

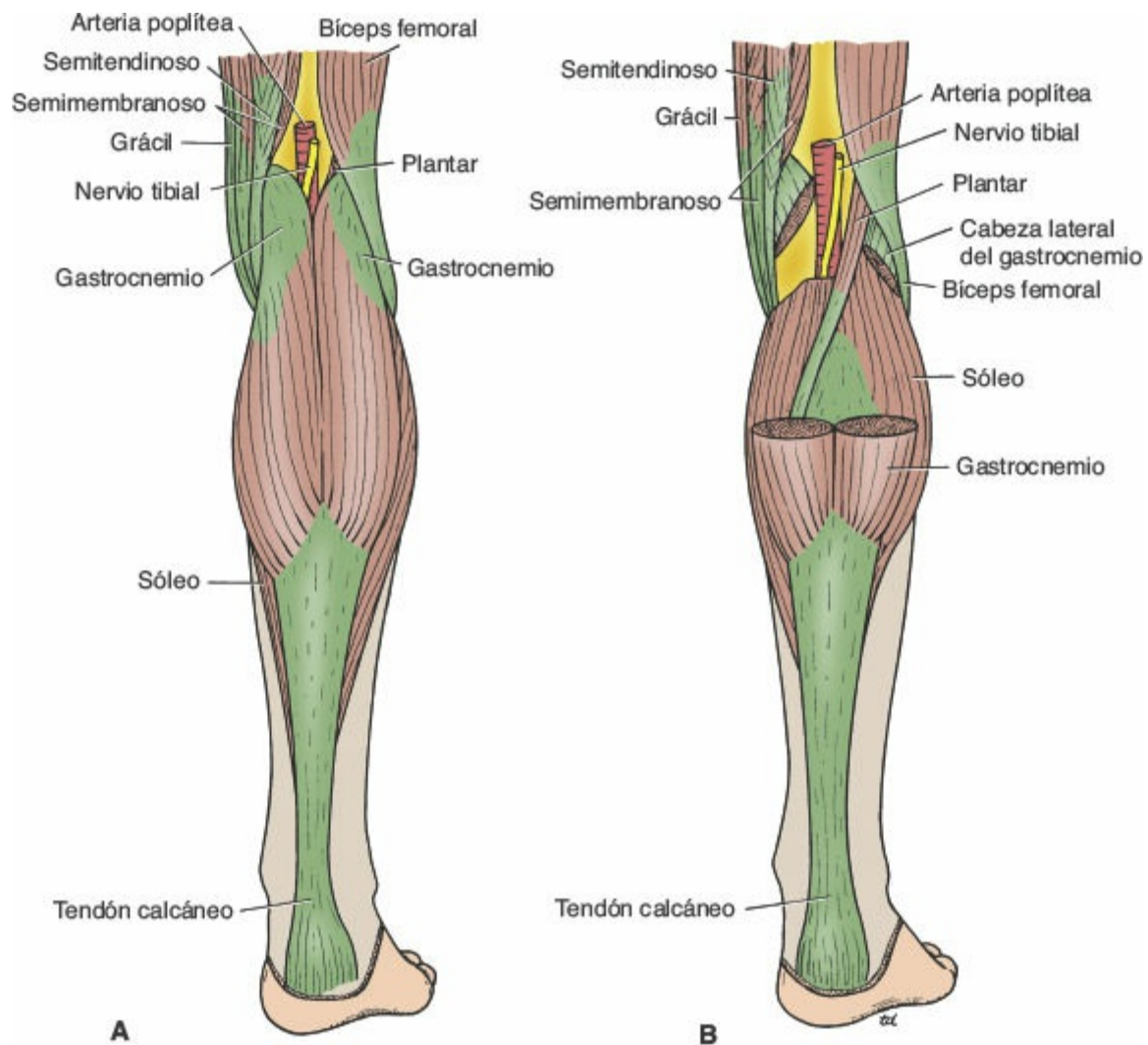


Figura 11-46 Cara superficial (A) del compartimento posterior de la pierna. En B, se ha eliminado parte del gastrocnemio.

El gastrocnemio y el sóleo se insertan en el calcáneo a través del **tendón calcáneo (de Aquiles)**. Dado que esta distribución produce un músculo funcional de tres cabezas en la pantorrilla, a veces se les conoce como **músculo tríceps sural**.

Músculos del compartimento fascial posterior: grupo profundo

Los músculos se muestran en las [figuras 11-37, 11-38, 11-43 y 11-44B](#) y se resumen en la [tabla 11-7](#).



Notas clínicas

Desgarros de los músculos gastrocnemio y sóleo

El desgarro del gastrocnemio y el sóleo produce dolor intenso localizado sobre el músculo dañado. Puede haber edema.

Rotura del tendón calcáneo

La rotura del tendón calcáneo es una lesión frecuente relacionada con el deporte. Se produce en su porción más estrecha, a unos 5 cm por encima de su inserción. Se siente un dolor repentino y agudo, con incapacidad inmediata. Los músculos gastrocnemio y sóleo se retraen proximalmente, dejando un espacio palpable en el tendón. El paciente no puede realizar activamente la flexión plantar del pie. El tendón debe suturarse lo antes posible y la pierna inmovilizarse con la articulación del tobillo en flexión plantar y la articulación de la rodilla flexionada.

Rotura del tendón plantar

La rotura del tendón plantar es rara, aunque el desgarro de las fibras del sóleo o el desgarro parcial del tendón calcáneo se diagnostican con frecuencia como tal rotura.

Tendón plantar y autoinjertos

El músculo plantar, que a menudo tiene una acción muy débil, puede utilizarse para los autoinjertos de tendón en la reparación de los tendones flexores de los dedos seccionados. El tendón del músculo palmar largo también puede utilizarse con este propósito.

Tabla 11-7 Músculos del compartimento fascial posterior de la pierna

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Grupo superficial					
Gastrocnemio	Cabeza lateral: cóndilo lateral del fémur. Cabeza medial: superior al cóndilo medial	A través del tendón calcáneo en la cara posterior del calcáneo	Nervio tibial	S1, S2	Flexión plantar del pie en la articulación del tobillo; flexiona la articulación de la rodilla.
Plantar	Cresta supracondílea lateral del fémur	Cara lateral del calcáneo	Nervio tibial	S1, S2	Flexión plantar del pie en la articulación del tobillo; flexiona la articulación de la rodilla.
Sóleo	Cuerpo de la tibia y la fibula	A través del tendón calcáneo en la cara posterior del calcáneo	Nervio tibial	S1, S2	Junto con el gastrocnemio y el plantar, es un resistente flexor plantar de la articulación del tobillo; proporciona la mayor fuerza propulsora al caminar y correr.
Grupo profundo					
Poplíteo	Cara lateral del cóndilo del fémur	Cara posterior del cuerpo de la tibia superior a la línea del sóleo	Nervio tibial	L4, L5; S1	Flexiona la pierna en la articulación de la rodilla; desbloquea la articulación de la rodilla mediante la rotación lateral del fémur en la tibia y relaja los ligamentos de la articulación.
Flexor largo de los dedos	Cara posterior del cuerpo de la tibia	Base de las falanges distales de los cuatro dedos laterales	Nervio tibial	S2, S3	Flexiona las falanges distales de los cuatro dedos laterales; flexión plantar del pie en la articulación del tobillo; mantiene los arcos longitudinales medial y lateral del pie.
Flexor largo del dedo gordo	Cara posterior del cuerpo de la fibula	Base distal de la falange del dedo gordo	Nervio tibial	S2, S3	Flexiona la falange distal del dedo gordo; flexión plantar del pie en la articulación del tobillo; mantiene el arco longitudinal medial del pie.
Tibial posterior	Cara posterior de los cuerpos de la tibia y la fibula y la membrana interósea	Tuberosidad del hueso navicular y otros huesos adyacentes	Nervio tibial	L4; S5	Flexión plantar del pie en la articulación del tobillo; inversión del pie en las articulaciones subtalar y transversa del tarso; mantiene el arco longitudinal medial del pie.

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Obsérvese lo siguiente:

- El músculo poplíteo se origina dentro de la cápsula de la rodilla y se inserta en la parte superior de la cara posterior de la tibia. El tendón separa el ligamento

lateral de la articulación de la rodilla del menisco lateral, de modo que el menisco no está ligado al ligamento y es libre para moverse y adaptarse a las caras de los cóndilos del fémur y la tibia.

- El músculo poplíteo es responsable de “desbloquear” la rodilla.

Arteria del compartimento fascial posterior

La **arteria tibial posterior** es una de las ramas terminales de la arteria poplítea (véase fig. 11-29). Comienza a nivel del borde inferior del músculo poplíteo y desciende profunda al gastrocnemio y el sóleo y la fascia transversa profunda de la pierna (véanse figs. 11-36 a 11-38). Yace sobre la cara posterior del músculo tibial posterior superiormente y la cara posterior de la tibia inferiormente. En la parte inferior de la pierna, la arteria está cubierta solo por la piel y la fascia. La arteria pasa posterior al maléolo medial, profunda al retináculo flexor, y finalmente se divide en las arterias plantares medial y lateral (véase fig. 11-44B).

Ramas

- La **arteria fibular**, que es una gran arteria que surge cerca del origen de la arteria tibial posterior (véanse figs. 11-29 y 11-36 a 11-38). Desciende posterior a la fibula, ya sea dentro de la masa del músculo flexor largo del dedo gordo o posterior a este. La arteria fibular emite numerosas **ramas musculares** y una **arteria nutricia** para la fibula, y termina formando parte de la anastomosis alrededor del tobillo (véase fig. 11-44A). Una **rama perforante** perfora la membrana interósea para alcanzar la parte inferior de la cara anterior de la pierna.
- Las **ramas musculares** se distribuyen a los músculos del compartimento posterior de la pierna.
- Una **arteria nutricia hacia la tibia**.
- **Ramas anastomóticas**, que se unen a otras arterias alrededor del tobillo.
- **Arterias plantares medial y lateral**, que entran en la planta del pie.
- **Venas comitantes** de la arteria tibial posterior que se unen a las de la arteria tibial anterior en la fosa poplítea, formando así la vena poplítea.



Notas clínicas

Trombosis venosa profunda y vuelos de largas distancias

Los pasajeros que no se mueven durante muchas horas en viajes de larga distancia (p. ej., largos trayectos en avión) son propensos a desarrollar trombosis venosa profunda de las piernas. La trombosis de las venas del músculo sóleo produce un dolor leve o endurecimiento y dolor a la palpación en el músculo de la pantorrilla. Sin embargo, la trombosis venosa profunda también puede aparecer sin signos ni síntomas. Si el trombo se desprendiera, pasaría rápidamente al corazón y los pulmones, causando una embolia pulmonar, que a menudo es mortal. Las medidas preventivas incluyen estirar las piernas cada hora para mejorar la circulación venosa.

Nervio del compartimento fascial posterior

El **nervio tibial** es el mayor ramo terminal del nervio ciático en el tercio inferior de la cara posterior del muslo (véase fig. 11-20). Desciende a través de la fosa poplítea y pasa profunda a los músculos gastrocnemio y sóleo (véanse figs. 11-35 a 11-38 y 11-46). Yace sobre la cara posterior del tibial posterior y, más inferiormente en la pierna, sobre la cara posterior de la tibia. El nervio acompaña a la arteria tibial posterior y, al principio, se localiza en su cara medial, luego cruza posterior a esta y, finalmente, se ubica en su cara lateral. El nervio, junto con la arteria, pasa posterior al maléolo medial, entre los tendones del flexor largo de los dedos y el flexor largo del dedo gordo (véase fig. 11-44B). Aquí está cubierto por el retináculo flexor y se divide en los nervios plantares medial y lateral.

Ramos de la pierna (inferiores a la fosa poplítea)

- **Ramos musculares** para el compartimento posterior (gastrocnemio, sóleo, plantar, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo y tibial posterior) (véase fig. 11-20).
- **Ramos cutáneos.** El **ramo calcáneo medial** inerva la piel sobre la cara medial del talón (véase fig. 11-44).
- Un **ramo articular** para el tobillo.
- **Nervios plantares medial y lateral.** Los ramos terminales del nervio tibial (véase fig. 11-44B).

TOBILLO

El *tobillo* es la zona de transición entre la pierna y el pie. Las estructuras pasan entre la pierna y el pie en un patrón organizado que garantiza la función óptima.

Cara anterior

Las estructuras que cruzan la cara anterior del tobillo lo hacen por delante de los maléolos y en relación con el retináculo extensor.

Estructuras que pasan superficiales al retináculo extensor, de medial a lateral (véanse figs. 11-39 y 11-43)

- Nervio safeno y vena safena mayor (anteriores al maléolo interno).
- Nervio fibular superficial (ramos medial y lateral) (véase fig. 10-48).

Estructuras que pasan profundas al retináculo extensor, de medial a lateral (véanse figs. 11-39, 11-40 y 11-43)

- Tendón del tibial anterior
- Tendón del extensor largo del dedo gordo
- Arteria tibial anterior con venas comitantes
- Nervio fibular (peroneo) profundo

- Tendones del extensor largo de los dedos
- Tercer fibular

Cuando cada uno de los tendones anteriores pasa inferior o a través del retináculo extensor, es rodeado por una vaina sinovial. Los tendones del extensor largo de los dedos y el tercer fibular comparten una vaina sinovial común.

Estructuras que pasan inmediatamente anteriores al maléolo medial

Véanse figuras 11-43 y 11-47.

- Vena safena mayor
- Nervio safeno

Cara posterior

Las estructuras que cruzan la cara posterior del tobillo lo hacen por detrás de los maléolos y en relación con el retináculo flexor.

Estructuras que pasan posteriores al maléolo medial profundas al retináculo flexor, de medial a lateral

Véanse figuras 11-43 y 11-44.

- Tendón del tibial posterior
- Tendón del flexor largo de los dedos
- Arteria tibial posterior con venas comitantes
- Nervio tibial
- Tendón del flexor largo del dedo gordo

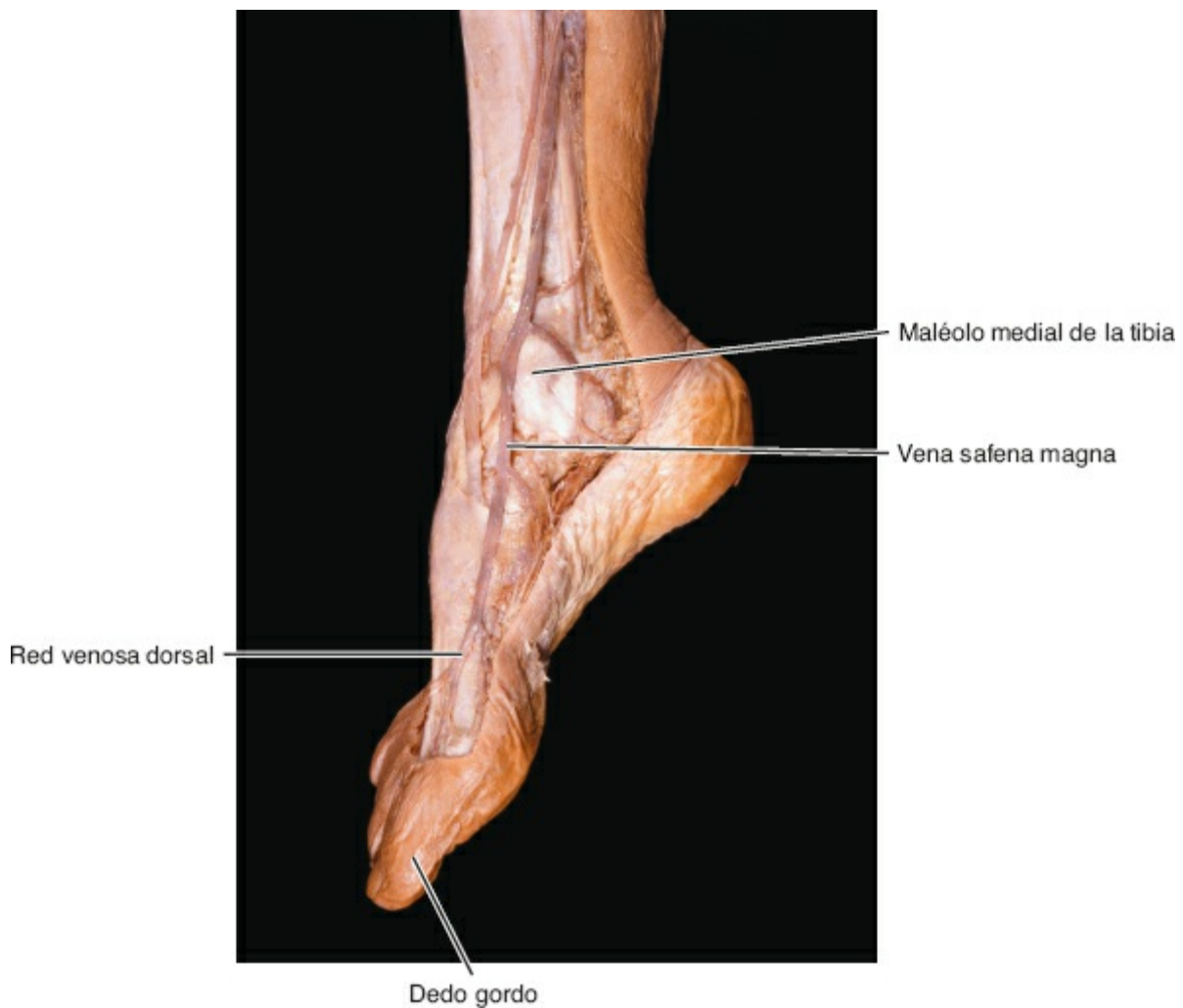


Figura 11-47 Disección de la región del tobillo derecho que muestra el origen de la vena safena mayor en el arco venoso dorsal. Obsérvese que la vena safena mayor asciende anterior al maléolo medial de la tibia.

A medida que cada uno de estos tendones pasa inferior al retináculo flexor, es rodeado por una vaina sinovial.

Estructuras que pasan posteriores al maléolo lateral superficiales al retináculo fibular superior

Véanse [figuras 11-42](#) y [11-43](#).

- Nervio sural
- Vena safena menor

Estructuras que pasan posteriores al maléolo lateral profundas al retináculo fibular superior

Véanse [figuras 11-43](#) y [11-44](#).

Los tendones del fibular largo y corto comparten una vaina sinovial común. Más caudalmente, por debajo del retináculo fibular inferior, tienen vainas separadas.

Estructuras directamente posteriores al tobillo

Por detrás del tobillo hay grasa y también se ubica el gran tendón calcáneo (véase [fig. 11-43](#)).

PIE

El pie sostiene el peso corporal y proporciona una palanca para caminar y correr. Es muy particular, porque está construido en forma de arcos, lo que le permite adaptar su forma a superficies desiguales. También sirve como resorte elástico para absorber los golpes, como en el salto.

En términos anatómicos, la estructura completa es el **pie**. La parte situada superiormente es el **dorso** del pie (o **superficie superior**). La parte situada inferiormente es la **planta**, **superficie plantar** o **ventral** (o **superficie inferior**). El dedo gordo también se conoce como **1.º dedo del pie** o *hallux*.

Planta del pie

La piel de la planta del pie es gruesa y no tiene pelo. Está firmemente adherida a la fascia profunda subyacente por numerosas bandas fibrosas. La piel muestra algunos pliegues de flexión en los sitios de movimiento de la piel. Hay grandes cantidades de glándulas sudoríparas.

Nervios cutáneos

Véanse [figuras 11-12](#) y [11-48](#).

- **Ramo calcáneo medial** del nervio tibial, que inerva el lado medial del talón.
- Ramos del **nervio plantar medial**, que inervan los dos tercios mediales de la planta del pie.
- Ramos del **nervio plantar lateral**, que inervan el tercio lateral de la planta del pie.

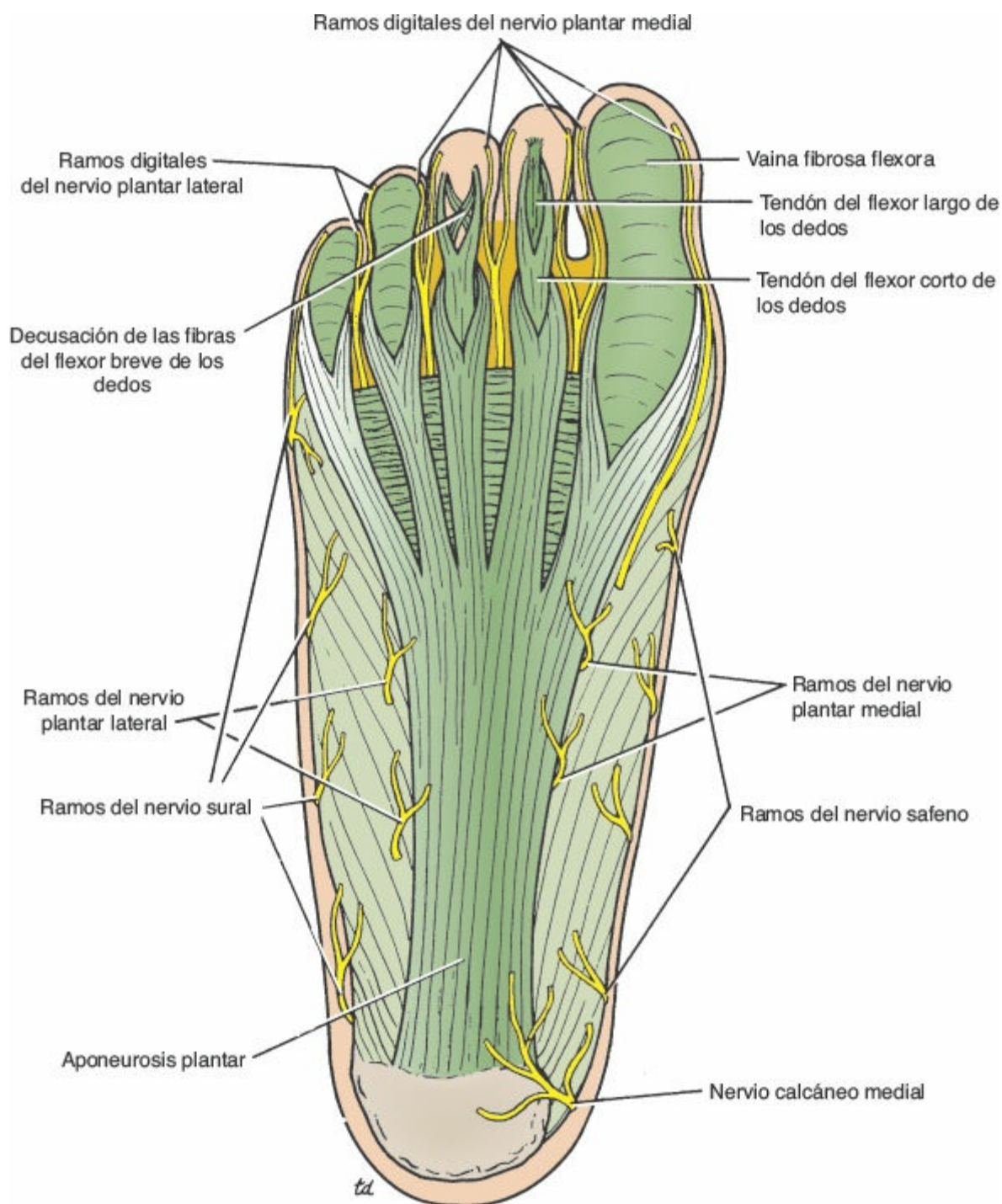


Figura 11-48 Aponeurosis plantar y nervios cutáneos de la planta del pie derecho.

Fascia profunda

La **aponeurosis plantar** es un engrosamiento triangular de la fascia profunda que protege los nervios subyacentes, los vasos sanguíneos y los músculos (véase [fig. 11-48](#)). Su vértice está unido a los tubérculos medial y lateral del calcáneo. La base de la aponeurosis se divide en cinco bandas que se dirigen hacia los dedos de los pies.

Músculos de la planta del pie

Los músculos de la planta del pie se describen de manera práctica en cuatro capas, de superficial a profundo.

- **Primera capa.** Aductor del dedo gordo, flexor breve de los dedos, abductor del quinto dedo.



Notas clínicas

Fascitis plantar

La fascitis plantar, que aparece en personas que se pasan muchas horas de pie o caminan mucho, causa dolor espontáneo y a la palpación en la planta del pie. La causa puede ser un trauma tismo menor repetido. Los episodios repetidos de esta alteración inducen la osificación de la inserción posterior de la aponeurosis, formando un **espolón calcáneo**.

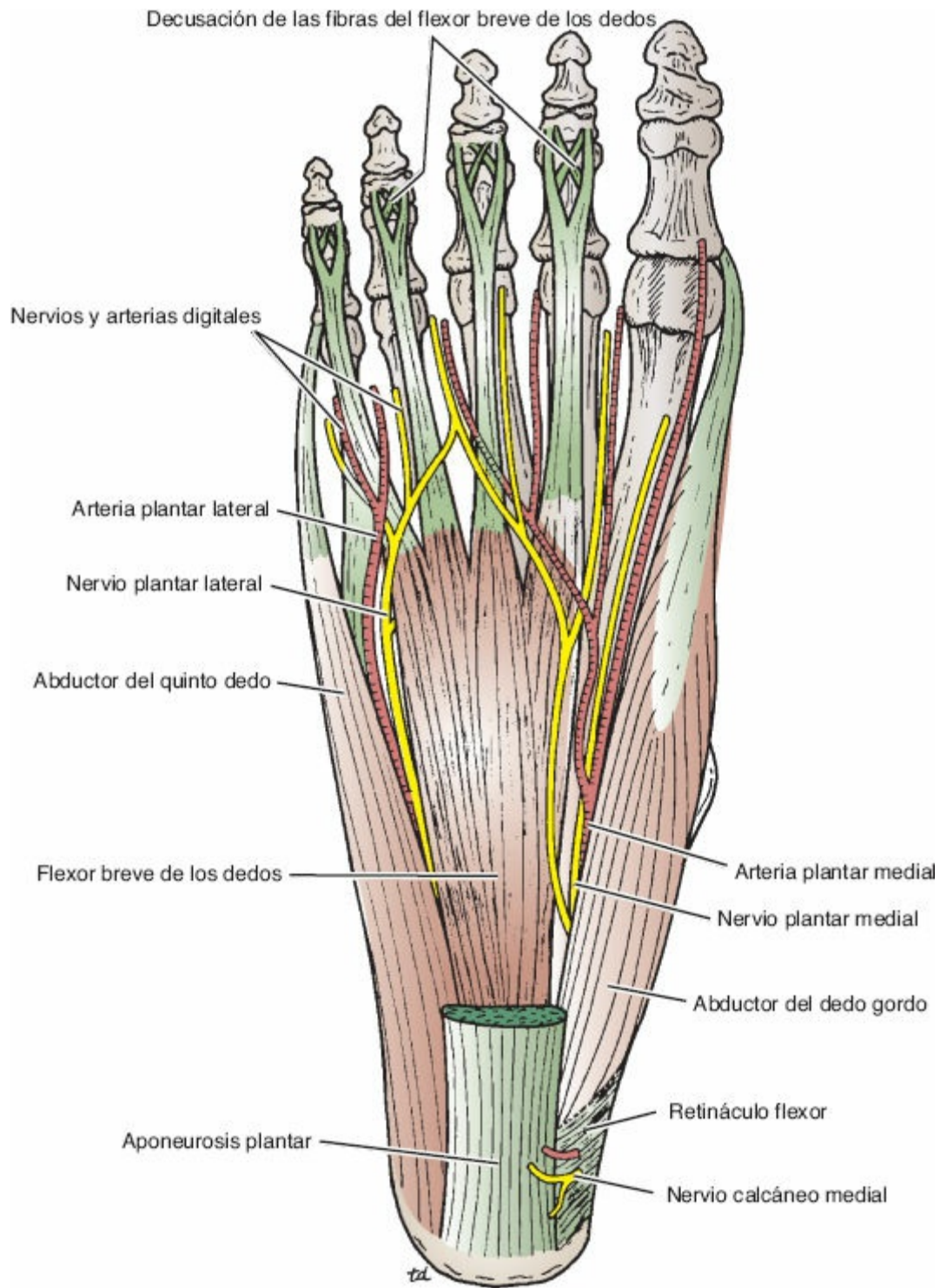


Figura 11-49 Primera capa de los músculos plantares del pie derecho. También se muestran las arterias y los nervios plantares medial y lateral.

- **Segunda capa.** Cuadrado plantar, lumbricales, tendón del flexor largo de los dedos, tendón del flexor largo del dedo gordo.
- **Tercera capa.** Flexor breve del dedo gordo, aductor del dedo gordo, flexor breve del quinto dedo.
- **Cuarta capa.** Interóseos, tendón del fibular largo, tendón del tibial posterior.

A diferencia de los músculos pequeños de la mano, los músculos de la planta

tienen pocas y delicadas funciones, principalmente relacionados con el sostén de los arcos del pie. Aunque sus nombres sugieren el control de dedos individuales, en general esta función no es llevada a cabo.

Los músculos de la planta del pie se muestran en las [figuras 11-49 a 11-53](#) y se resumen en la [tabla 11-8 \(p. 570\)](#).

Tendones largos de la planta del pie

Varios músculos que se originan en los compartimentos posterior y lateral de la pierna envían tendones largos hacia la planta del pie hasta sus puntos de inserción. El patrón general es similar al de la cara anterior del antebrazo y la mano.

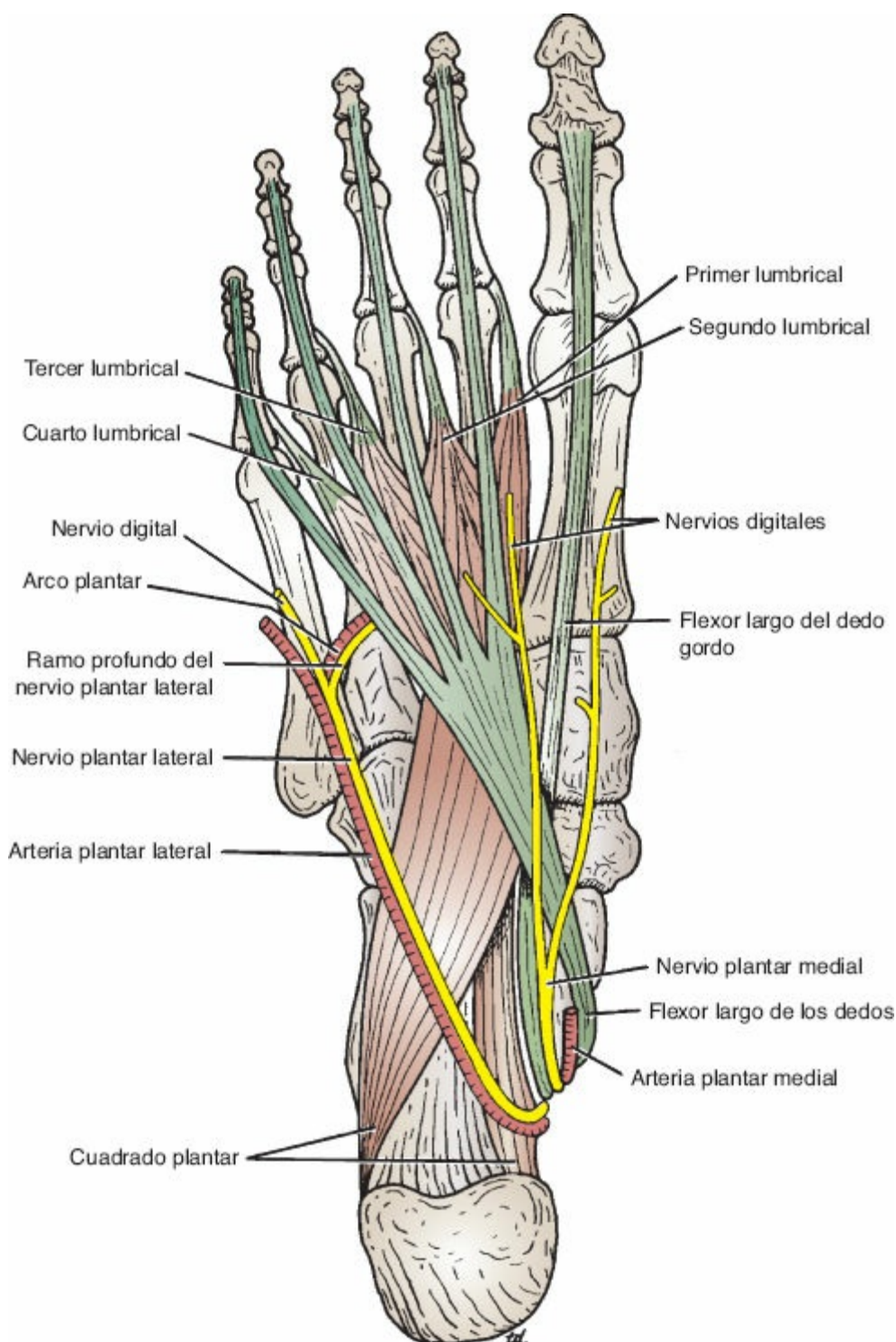


Figura 11-50 Segunda capa de los músculos plantares del pie derecho. También se muestran las arterias y los nervios plantares medial y lateral.

Tendón del flexor largo de los dedos

El tendón del flexor largo de los dedos entra en la planta del pie posterior al maléolo medial y profundo al retináculo flexor (véanse [figs. 11-44B](#) y [11-50](#)). Discurre anteriormente a través de la cara medial del sustentáculo del talo y luego cruza el tendón del flexor largo del dedo gordo. Aquí, recibe la inserción del músculo cuadrado plantar en su borde lateral. A continuación, el tendón se

divide en sus cuatro tendones de inserción, que discurren anteriormente, dando origen a los músculos lumbricales. Después, los tendones entran en las vainas fibrosas de los cuatro dedos laterales (véase [fig. 11-48](#)). Cada tendón perfora el tendón correspondiente del flexor breve de los dedos y se inserta en la base de la falange distal. Esta disposición es similar a la del flexor profundo de los dedos de la mano.

Tendón del flexor largo del dedo gordo

El tendón del flexor largo del dedo gordo entra en la planta del pie posterior al maléolo medial y profundo al retináculo flexor (véanse [figs. 11-44B](#) y [11-50](#)). Discurre anteriormente por debajo del sustentáculo del talo y cruza profundo al tendón del flexor largo de los dedos, al cual aporta una resistente banda. Luego entra en la vaina fibrosa del dedo gordo y se inserta en la base de la falange distal.

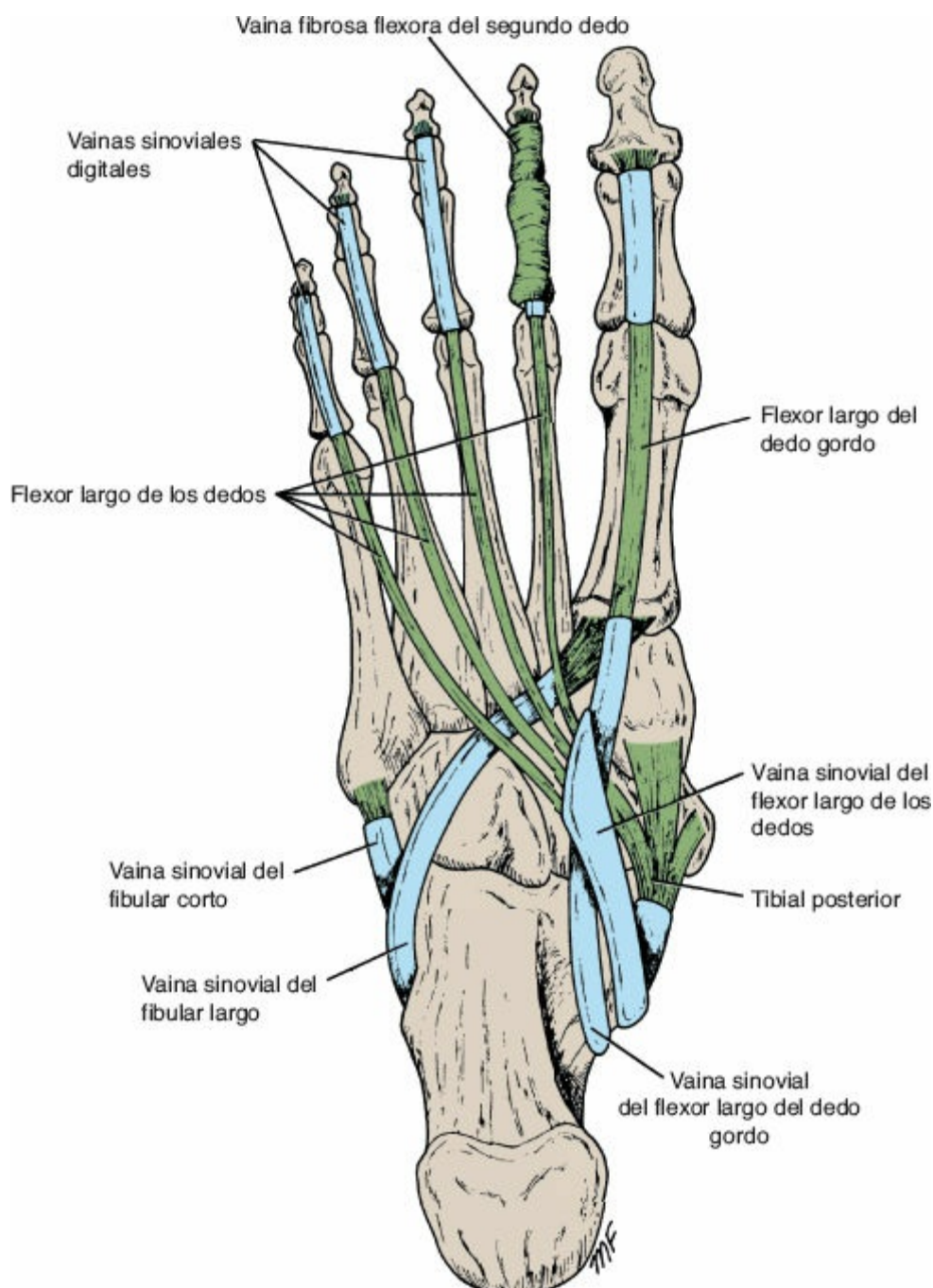


Figura 11-51 Vainas sinoviales de los tendones observados en la planta del pie derecho.

VAINAS FIBROSAS DE LOS FLEXORES

La cara inferior de cada dedo del pie, desde la cabeza del hueso metatarsiano hasta la base de la falange distal, está provista de una resistente vaina fibrosa, que está adherida a los lados de las falanges (véase [fig. 11-48](#)). La distribución es similar a la que se observa en los dedos de la mano. La vaina fibrosa, junto con las caras inferiores de las falanges y las articulaciones interfalángicas, forman un túnel ciego en el que se localizan los tendones flexores del dedo del pie (véase [fig. 11-51](#)).

VAINAS SINOVIALES DE LOS FLEXORES

Los tendones del flexor del dedo gordo y del flexor largo de los dedos están rodeados por vainas sinoviales (véanse [figs. 11-44B](#) y [11-51](#)).

Tendón del fibular largo

El tendón del fibular largo entra en el pie posterior al maléolo lateral y se extiende oblicuamente a través de la planta del pie para insertarse en la base del primer hueso metatarsiano y la porción adyacente del cuneiforme medial (véase [fig. 11-53](#)). El tendón forma un surco en la cara inferior del cuboide, donde es mantenido en posición por el ligamento plantar largo y **está rodeado por una vaina sinovial** (véase [fig. 11-51](#)).

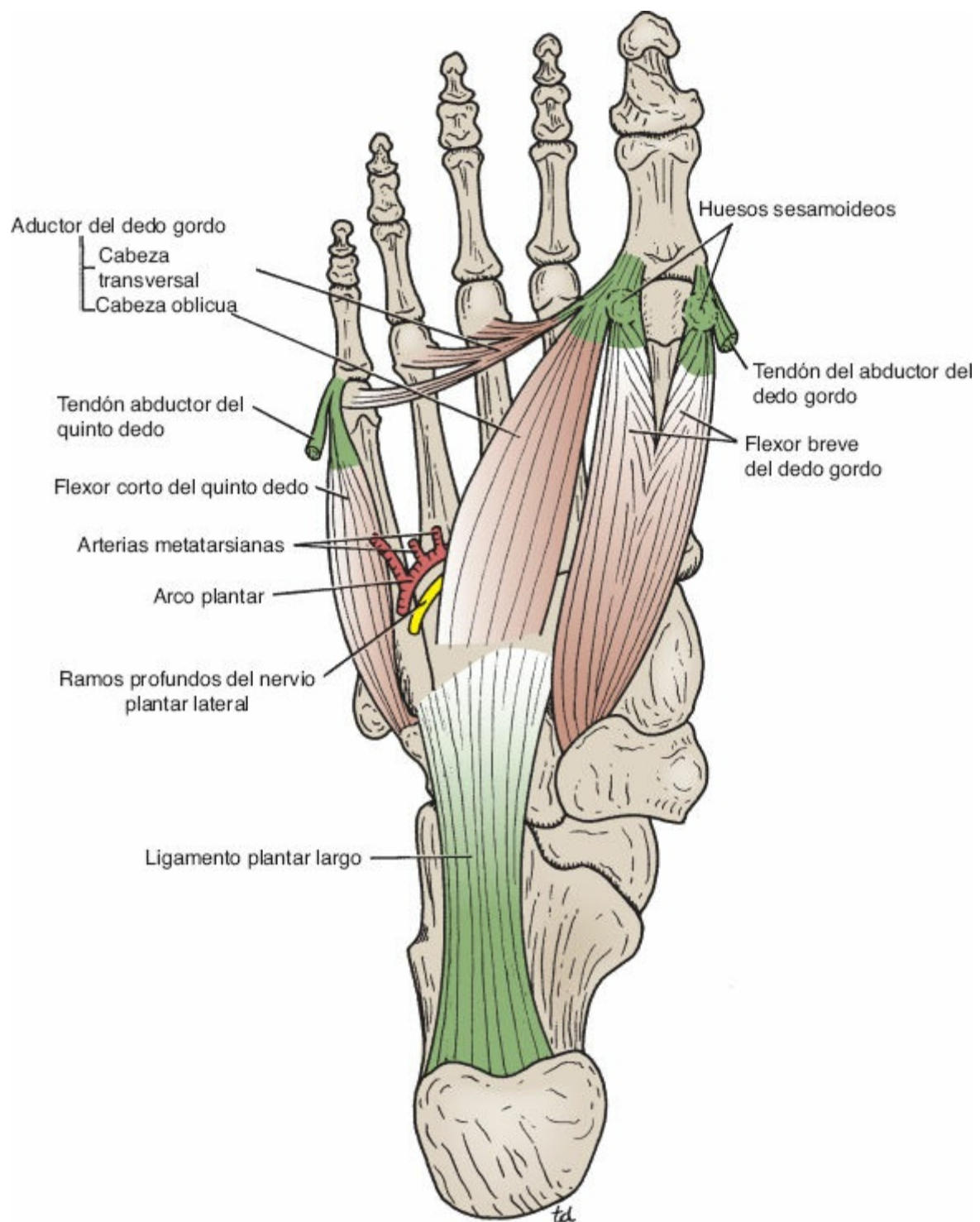


Figura 11-52 Tercera capa de los músculos plantares del pie derecho. También se muestran el ramo profundo del nervio plantar lateral y el arco arterial plantar.

Tendón del tibial posterior

El tendón del tibial posterior (véase [fig. 11-53](#)) entra en el pie posterior al maléolo interno. Después pasa profundo al retináculo flexor y discurre anteroinferiormente por encima del sustentáculo del talo para insertarse principalmente en la tuberosidad del hueso navicular. Pequeñas bandas tendinosas pasan al cuboides y los cuneiformes y a las bases de los metatarsianos segundo, tercero y cuarto. Asimismo, el tendón está rodeado por una

vaina sinovial (véase [fig. 11-51](#)).

Arterias de la planta del pie

La **arteria tibial posterior** pasa posterior al maléolo medial, profunda respecto al retináculo flexor, y termina dividiéndose en las **arterias plantares medial** y **lateral** (véanse [figs. 11-37](#) y [11-44B](#)).

Arteria plantar medial

La arteria plantar medial es la más pequeña de las ramas terminales de la arteria tibial posterior. Se origina profunda respecto al retináculo flexor y discurre anteriormente en profundidad con respecto al músculo abductor del dedo gordo (véase [fig. 11-44B](#)). Termina irrigando el lado medial del dedo gordo (véase [fig. 11-49](#)). Emite numerosas ramas musculares, cutáneas y articulares a lo largo de su trayecto.

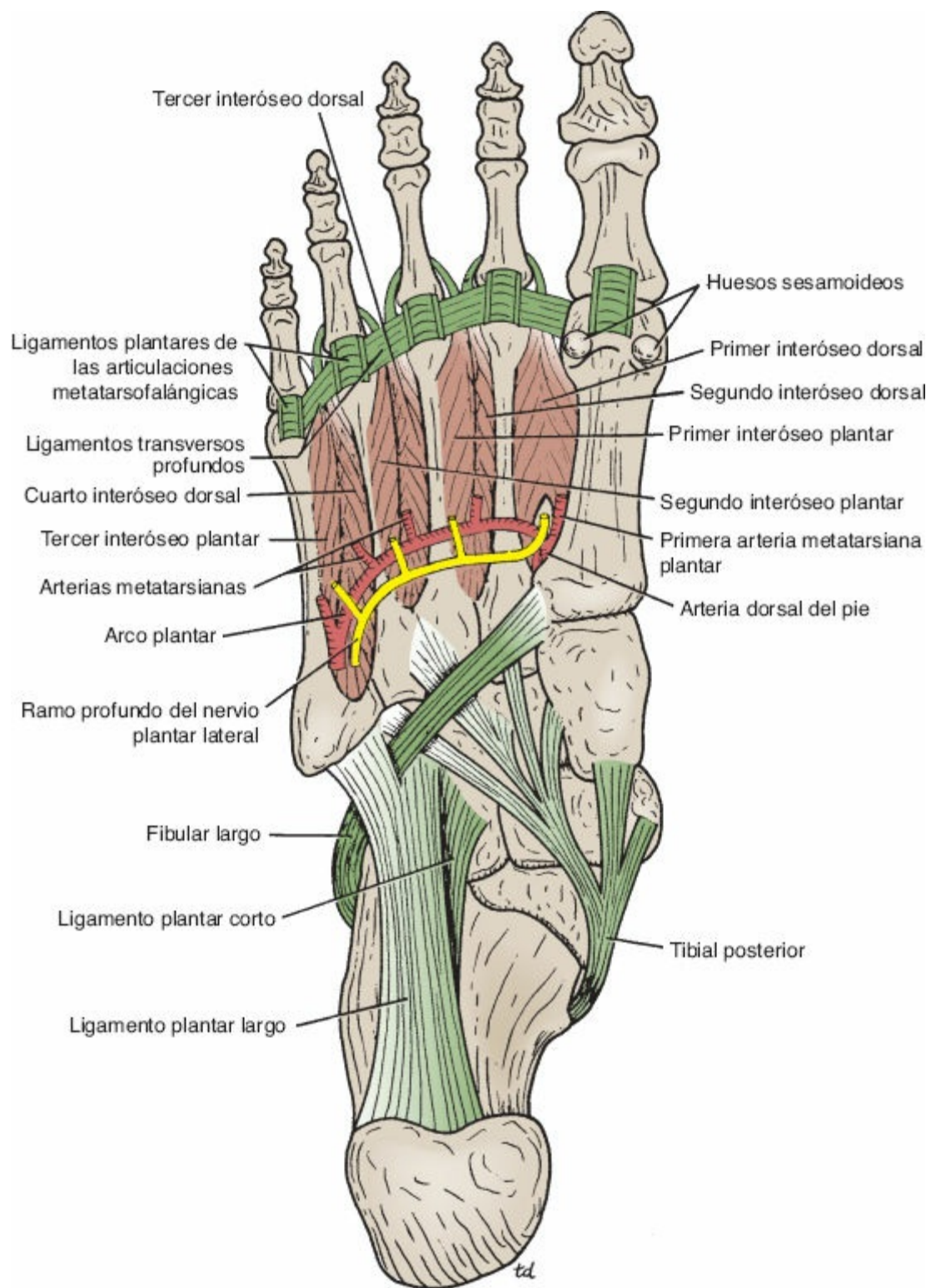


Figura 11-53 Cuarta capa de los músculos plantares del pie derecho. También se muestran el ramo profundo del nervio plantar lateral y el arco arterial plantar. Obsérvense los ligamentos transversos profundos.

Arteria plantar lateral

La arteria plantar lateral es la mayor de las ramas terminales de la arteria tibial posterior. Nace profunda al retináculo flexor y discurre anteriormente en profundidad con respecto al abductor del dedo gordo y el flexor breve de los

dedos (véanse [figs. 11-44B, 11-49 y 11-50](#)). Cuando alcanza la base del quinto hueso metatarsiano, la arteria se arquea medialmente para formar el **arco plantar** (véanse [figs. 11-50, 11-52 y 11-53](#)). En el extremo proximal del primer espacio intermetatarsiano, se anastomosa con la **arteria plantar profunda**, que es una rama de la arteria dorsal del pie ([fig. 11-54, p. 573](#); véase también [fig. 11-53](#)). La arteria plantar lateral da origen a numerosas ramas musculares, cutáneas y articulares a lo largo de su trayecto. El arco plantar emite **arterias metatarsianas plantares** para los dedos de los pies (véase [fig. 11-53](#)).

Tabla 11-8 Músculos de la planta del pie

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA*	ACCIÓN
Primera capa					
Abductor del dedo gordo	Tuberosidad medial del calcáneo y retináculo flexor	Base de la falange proximal del dedo gordo	Nervio plantar medial	S2, S3	Flexiona y abduce el dedo gordo del pie; refuerza el arco longitudinal medial.
Flexor breve de los dedos	Tubérculo del calcáneo medial	Cuatro tendones a los cuatro dedos laterales: se insertan en los bordes de las falanges medias; tendones perforados por los del flexor largo de los dedos	Nervio plantar medial	S2, S3	Flexiona los cuatro dedos laterales; refuerza los arcos longitudinales medial y lateral.
Abductor del quinto dedo	Tubérculos del calcáneo medial y lateral	Base de la falange proximal del quinto dedo	Nervio plantar lateral	S2, S3	Flexiona y abduce el quinto dedo del pie; refuerza el arco longitudinal lateral.
Segunda capa					
Cuadrado plantar	Caras medial y lateral del calcáneo	Tendón del flexor largo de los dedos	Nervio plantar lateral	S2, S3	Ayuda al flexor largo de los dedos en la flexión de los cuatro dedos laterales.
Lumbricales (4)	Tendones del flexor largo de los dedos	Expansión extensora dorsal; bases de las falanges proximales de los cuatro dedos laterales	Primer lumbrical: nervio plantar medial; resto: nervio plantar lateral	S2, S3	Extiende los dedos de los pies en las articulaciones interfalángicas.
Tendón del flexor largo de los dedos	Véase tabla 11-7				
Tendón del flexor largo del dedo gordo	Véase tabla 11-7				
Tercera capa					
Flexor breve del dedo gordo	Inserción del cuboide, cuneiforme lateral, tibial posterior	Tendón medial en la cara medial de la base de la falange proximal del dedo gordo del pie; tendón lateral en la cara lateral de la base de la falange proximal del dedo gordo del pie	Nervio plantar medial	S2, S3	Flexiona la articulación metatarsofalángica del dedo gordo del pie; mantiene el arco longitudinal medial.
Aductor del dedo gordo	Cabeza oblicua Bases de los huesos metatarsianos segundo a cuarto Cabeza transversa Ligamentos plantares	Cara lateral de la base de la falange proximal del dedo gordo del pie	Ramo profundo del nervio plantar lateral	S2, S3	Flexiona la articulación metatarsofalángica del dedo gordo del pie; mantiene unidos los huesos metatarsianos.
Flexor breve del quinto dedo	Base del quinto hueso metatarsiano	Cara lateral de la base de la falange proximal del quinto dedo	Nervio plantar lateral	S2, S3	Flexiona la articulación metatarsofalángica del quinto dedo.
Cuarta capa					
Interóseos					
Dorsales (4)	Lados adyacentes de los huesos metatarsianos	Bases de las falanges proximales: primero, lado medial del segundo dedo del pie; resto, caras laterales de los dedos segundo, tercero y cuarto; también la expansión extensora dorsal	Nervio plantar lateral	S2, S3	Abducción los dedos de los pies; flexión las articulaciones metatarsofalángicas y extensión las articulaciones interfalángicas.
Plantares (3)	Caras inferiores de los huesos metatarsianos tercero, cuarto y quinto	Lado medial de las bases de las falanges proximales de los tres dedos laterales	Nervio plantar lateral	S2, S3	Adducción los dedos de los pies; flexión las articulaciones metatarsofalángicas y extensión las articulaciones interfalángicas.
Tendón del fibular largo	Véase tabla 11-6				
Tendón del tibial posterior	Véase tabla 11-7				

*La raíz nerviosa predominante se indica en negritas.

Venas de la planta del pie

Las **venas plantares medial** y **lateral** acompañan las arterias correspondientes. Se unen por detrás del maléolo medial para formar las venas comitantes tibiales posteriores.

Nervios de la planta del pie

El **nervio tibial** pasa posterior al maléolo medial, profundo al retináculo flexor, y se divide en los **nervios plantares medial** y **lateral** (véanse [figs. 11-20, 11-37](#) y [11-44B](#)).

Nervio plantar medial

El nervio plantar medial es un ramo terminal del nervio tibial (véase [fig. 11-20](#)). Se origina profundo al retináculo de los flexores (véase [fig. 11-37](#)) y se extiende anteriormente en profundidad al abductor del dedo gordo, con la arteria plantar medial (véanse [figs. 11-49](#) y [11-50](#)). Yace en el intervalo entre el abductor del dedo gordo y el flexor breve de los dedos.

RAMOS

- **Ramos musculares** para el abductor del dedo gordo, el flexor breve de los dedos, el flexor del dedo gordo y el primer músculo lumbrical (véase [fig. 11-20](#)).
- **Ramos cutáneos.** Los **nervios digitales plantares** discurren por los lados de los tres dedos y medio mediales (véase [fig. 11-48](#)). Los nervios se extienden sobre el dorso e inervan los lechos ungueales y las puntas de los dedos.

Compárese el nervio plantar medial con la distribución del nervio mediano en la palma de la mano.

Nervio plantar lateral

El nervio plantar lateral es un ramo terminal del nervio tibial (véase [fig. 11-20](#)). Se origina profundo al retináculo flexor (véase [fig. 11-37](#)) y se extiende en profundidad con respecto al abductor del dedo gordo y el flexor breve de los dedos, en compañía de la arteria plantar lateral (véase [fig. 11-50](#)). Cuando alcanza la base del quinto hueso metatarsiano, se divide en **ramos superficial** y **profundo**.

RAMOS

- **Del tronco principal.** Ramos musculares para el cuadrado plantar y el abductor del quinto dedo; ramos cutáneos para la piel de la cara lateral de la planta del pie.
- **Del ramo terminal superficial.** Ramos musculares para el flexor del quinto dedo y los músculos interóseos del cuarto espacio intermetatarsiano. Los **ramos digitales plantares** pasan a los lados del dedo y medio laterales. Los

nervios se extienden sobre el dorso e inervan los lechos ungueales y las puntas de los dedos.

- **Del ramo terminal profundo** (véase [fig. 11-53](#)). Este ramo se curva medialmente con la arteria plantar lateral e inerva el aductor del dedo gordo, los lumbricales segundo, tercero y cuarto, y todos los interóseos, excepto los que se localizan en el cuarto espacio intermetatarsiano (véase el ramo superficial anteriormente).

Compárese el nervio plantar lateral con la distribución del nervio ulnar en la palma de la mano.

Dorso del pie

La piel del dorso del pie es fina, con pelo y se mueve libremente sobre los tendones y huesos subyacentes. Es muy parecida a la piel del dorso de la mano.

Nervios cutáneos

La inervación sensitiva de la piel del dorso del pie deriva del nervio fibular superficial, asistido principalmente por los nervios fibular profundo, safeno y sural (véanse [figs. 11-12, 11-13, 11-19 y 11-31](#)).

- El **nervio fibular superficial** emerge entre el fibular corto y el músculo extensor largo de los dedos en la parte inferior de la pierna. Se divide en **ramos cutáneos medial y lateral**, que inervan la piel en el dorso del pie, el lado medial del dedo gordo y los lados adyacentes del segundo, tercero, cuarto y quinto dedos de los pies.
- El **nervio fibular profundo** inerva la piel de los lados adyacentes de los dedos gordo y segundo.
- El **nervio safeno** pasa sobre el dorso anterior al maléolo interno. Inerva la piel del lado medial del pie hasta la cabeza del primer hueso metatarsiano.
- El **nervio sural** entra en el pie posterior al maléolo lateral e inerva la piel a lo largo del borde lateral del pie y la cara lateral del quinto dedo.
- Los **nervios plantares medial y lateral** inervan los lechos ungueales y la piel que cubre las caras dorsales de las falanges terminales (véase anteriormente).

Arco (o red) venoso dorsal

La mayor parte de la sangre de todo el pie drena en el arco venoso dorsal a través de las venas digitales y comunicantes de la planta del pie, que pasan a través de los espacios interóseos.

El arco venoso dorsal se localiza en el tejido subcutáneo sobre las cabezas de los huesos metatarsianos (véanse [figs. 11-22, 11-41, 11-42 y 11-47](#)). Drena en el lado medial en la **vena safena mayor** y en la cara lateral lo hace en la **vena safena menor**. La vena safena mayor sale del dorso del pie ascendiendo hacia la pierna anterior al maléolo interno. La vena safena menor asciende hacia la pierna posterior al maléolo lateral.

Músculos del dorso del pie

El **extensor breve de los dedos** es el único músculo intrínseco del dorso del pie. Se muestra en las [figuras 11-39, 11-42 y 11-54](#) y se resume en la [tabla 11-9](#). El músculo envía un tendón largo para el dedo gordo del pie (en realidad, un extensor breve del dedo gordo), pero no llega al quinto dedo.

Inserción del tendón del extensor largo de los dedos

El tendón del extensor largo de los dedos pasa profundo al retináculo extensor superior y a través del retináculo extensor inferior, en compañía del músculo tercer fibular ([véase fig. 11-54](#)). El tendón se divide en cuatro, que se extienden sobre el dorso del pie y pasan a los cuatro dedos laterales. Por delante de las articulaciones metatarsofalángicas de los dedos segundo, tercero y cuarto, la cara lateral de cada tendón se une a uno de los tendones del extensor breve de los dedos.

En la cara dorsal de cada dedo, el tendón del extensor se une a la expansión fascial llamada **expansión extensora** (dorsal). Cerca de la articulación interfalángica proximal, la expansión extensora se divide en tres partes: una parte central, que se inserta en la base de la falange media, y dos partes laterales, que convergen para insertarse en la base de la falange distal. La expansión extensora, como en los dedos de la mano, recibe los tendones de inserción de los músculos interóseo y lumbricales.

Vaina sinovial del tendón del extensor largo de los dedos

Una vaina sinovial común rodea a los tendones del extensor largo de los dedos y del tercer fibular a medida que discurren inferiores al retináculo extensor ([véase fig. 11-54](#)). La vaina se extiende proximalmente una corta distancia sobre los maléolos y medialmente al nivel de la base del quinto hueso metatarsiano.

Vascularización arterial del dorso del pie

La **arteria dorsal del pie** es la continuación de la arteria tibial anterior e irriga el dorso del pie ([véanse figs. 11-29, 11-39, 11-40 y 11-54](#)). Se origina anterior al tobillo en una línea imaginaria que conecta los maléolos. Su posición es superficial, y la cruzan por el retináculo extensor inferior y el primer tendón del extensor breve de los dedos ([véase fig. 11-54](#)). Su cara lateral aloja la porción terminal del nervio fibular profundo y los tendones del extensor largo de los dedos. Su cara medial aloja el tendón del extensor largo del dedo gordo. Sus pulsaciones pueden palparse fácilmente en este punto. El vaso termina pasando la planta del pie, donde se une a la arteria plantar lateral y completa el **arco plantar** ([véase fig. 11-53](#)).

Ramas

- **Arteria lateral del tarso.** Cruza el dorso del pie inmediatamente inferior al tobillo ([véase fig. 11-54](#)).
- **Arteria arcuata del pie.** Discurre lateralmente a través de las bases de los

cuatro metatarsianos laterales, en profundidad respecto a los tendones extensores (véase [fig. 11-54](#)). Se desprenden ramas metatarsianas para los dedos del pie.

- **Primera arteria metatarsiana dorsal.** Irriga ambos lados del dedo gordo.
- **Arteria plantar profunda.** Esta rama terminal de la arteria dorsal del pie se introduce en la planta del pie entre las dos cabezas del primer músculo interóseo dorsal. Se anastomosa con el extremo de la **arteria plantar lateral** para completar el **arco arterial plantar**.

Inervación del dorso del pie

El **nervio fibular profundo** entra en el dorso del pie profundo al retináculo extensor en la cara lateral de la arteria dorsal del pie (véanse [figs. 11-19](#), [11-39](#), [11-40](#) y [11-54](#)). Se divide en ramos terminales, medial y lateral. El ramo medial inerva la piel de los lados adyacentes de los dedos gordo y segundo (véase [fig. 11-54](#)). El ramo lateral inerva el músculo extensor breve de los dedos. Los dos ramos terminales dan origen a ramos articulares para las articulaciones del pie.

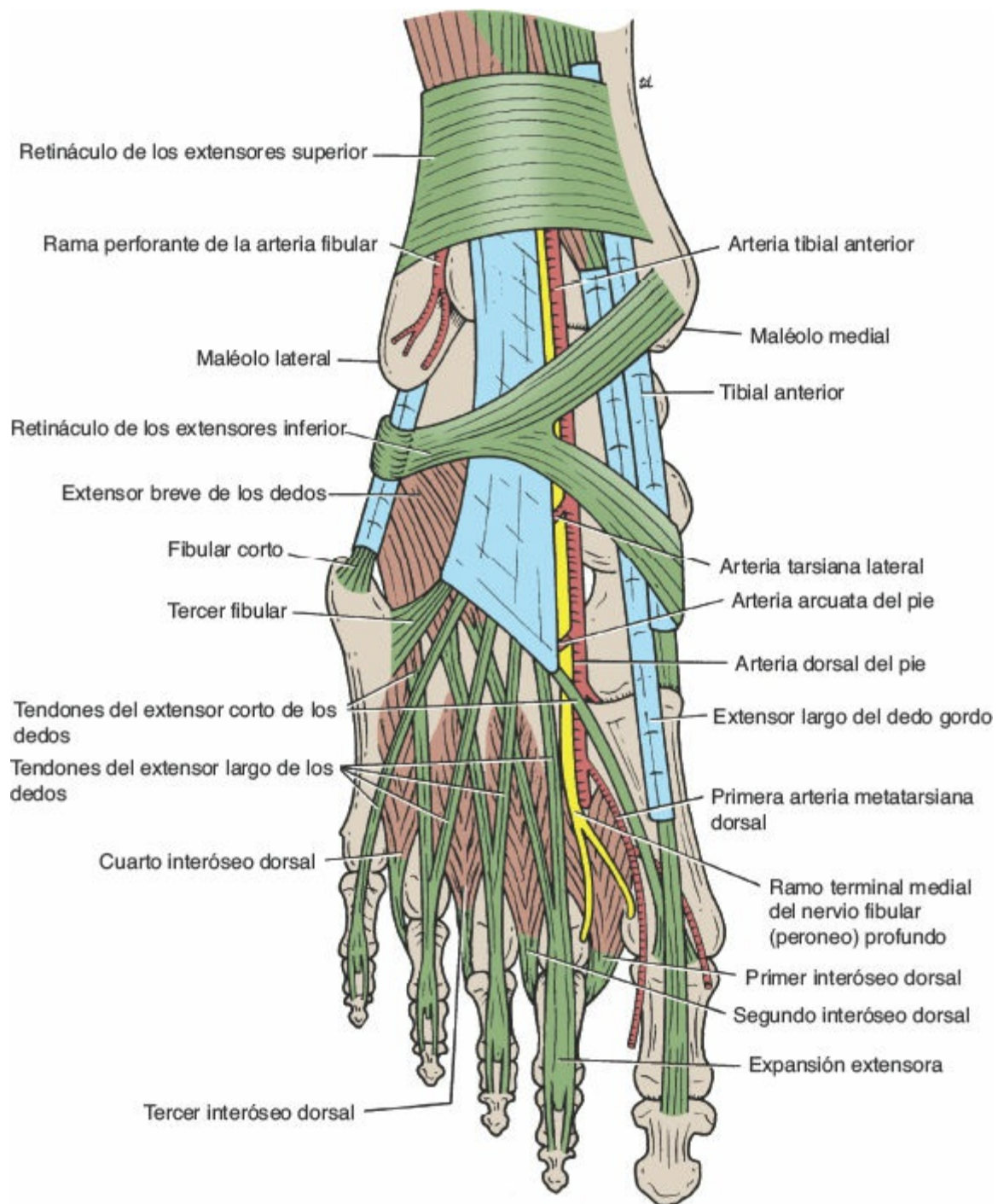


Figura 11-54 Estructuras de la cara dorsal del pie derecho.

La inervación cutánea del dorso del pie se ha descrito anteriormente en esta sección.

Tabla 11-9 Músculos del dorso

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	RAÍZ NERVIOSA	ACCIÓN
Extensor breve de los dedos	Parte anterior de la cara superior del calcáneo y del retináculo extensor inferior	Cuatro tendones en la falange proximal del dedo gordo y tendones del extensor largo de los dedos segundo, tercero y cuarto	Nervio fibular profundo	S1, S2	Extiende los dedos del pie.

ARTICULACIONES

Las articulaciones principales del miembro inferior son la cadera, la rodilla y el tobillo. Además, el pie tiene varias articulaciones. Las articulaciones del tarso unen los huesos individuales del tarso; las del metatarso unen los huesos del tarso con los metatarsianos; las intermetatarsianas, los huesos metatarsianos; las metatarsofalángicas, los metatarsianos con las falanges proximales; y las interfalángicas, las falanges. Las articulaciones sacroilíacas y la sínfisis del pubis son articulaciones de la pelvis (véase [cap. 8](#)).

Articulación de la cadera

La articulación de la cadera (coxofemoral) se ubica entre la semiesférica **cabeza del fémur** y el **acetábulo**, en forma de copa, del hueso coxal (hueso de la cadera; [fig. 11-55](#)). La superficie articular del acetábulo tiene forma de herradura y es incompleta inferiormente, en la **escotadura acetabular**. La cavidad del acetábulo se hace más profunda por la presencia de un borde fibrocartilaginoso denominado **labrum** (borde). El labrum cruza la escotadura acetabular y allí se conoce como **ligamento transverso del acetábulo**. La superficie articular está recubierta de cartílago hialino.

Tipo

La articulación de la cadera es de tipo sinovial esférica.

Cápsula

La cápsula encierra la articulación y se inserta medialmente en el labrum acetabular (véase [fig. 11-55](#)). Lateralmente, se inserta en la línea intertrocantérea del fémur por delante y a medio camino a lo largo de la cara posterior del cuello del hueso posteriormente. En su inserción en la línea intertrocantérea por delante, algunas de sus fibras, acompañadas por vasos sanguíneos, se reflejan superiormente a lo largo del cuello como bandas llamadas *retináculos*. Estos vasos sanguíneos irrigan la cabeza y el cuello del fémur.

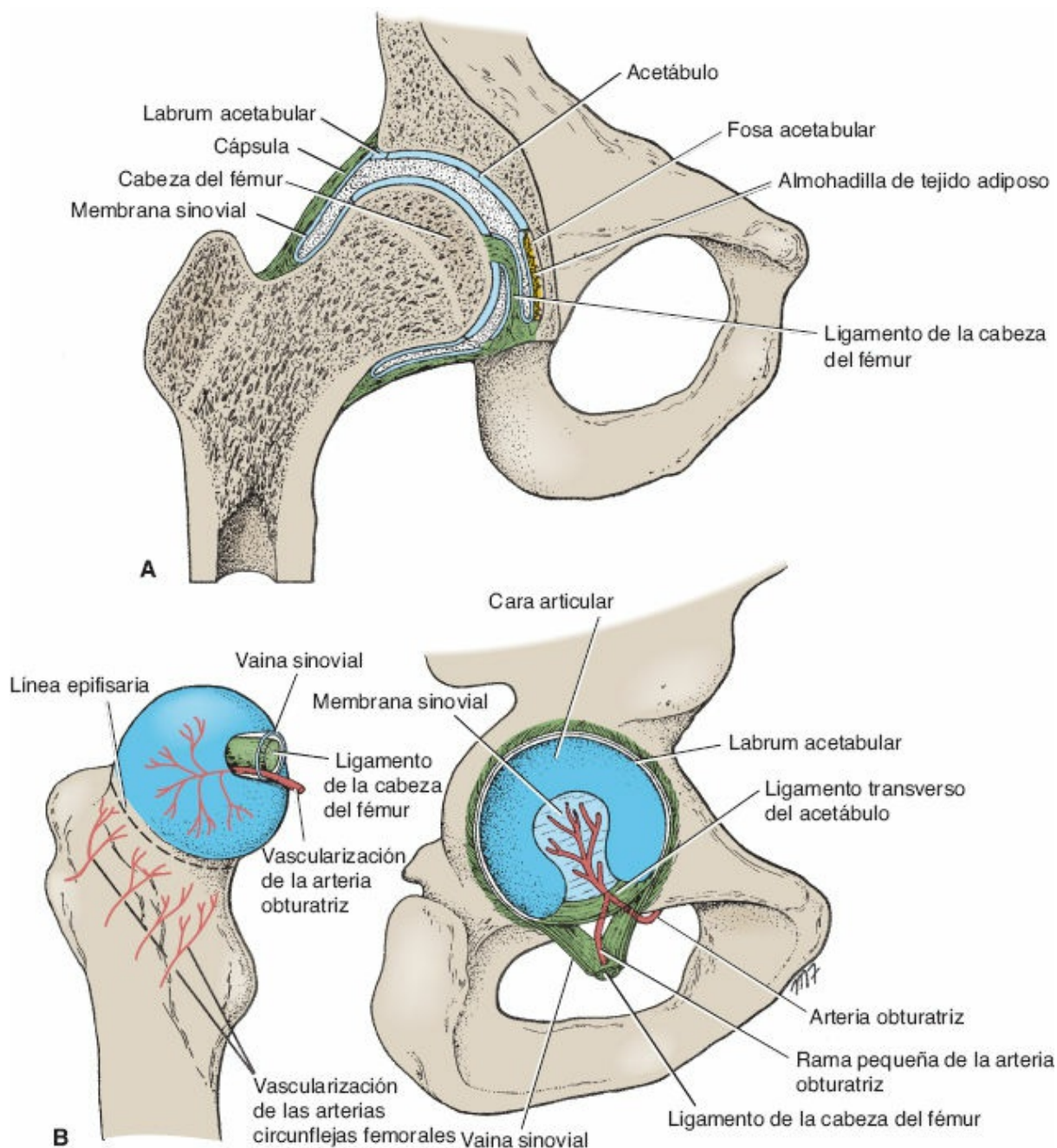


Figura 11-55 Sección coronal de la articulación de la cadera derecha (A) y las caras articulares de la cadera derecha y vascularización de la cabeza del fémur (B).

Ligamentos

El **ligamento iliofemoral** es un robusto ligamento en forma de “Y” invertida (fig. 11-56). Superiormente, su base se inserta en la espina ilíaca anterior inferior. Inferiamente, los dos extremos de la “Y” se insertan en las partes superior e inferior de la línea intertrocantérea del fémur. La resistencia de este ligamento evita la sobreextensión durante la bipedestación.

El **ligamento pubofemoral** es triangular (véase fig. 11-56A). La base del ligamento se inserta en la rama superior del pubis, y el vértice en la parte inferior de la línea intertrocantérea. Este ligamento limita la extensión y abducción.

El **ligamento isquiofemoral** tiene forma de espiral y está unido al cuerpo del

isquion cerca del borde del acetábulo (véase [fig. 11-56B](#)). Sus fibras discurren superolateralmente y se insertan en el trocánter mayor. Este ligamento limita la extensión.

El **ligamento transverso del acetábulo** se forma del labrum acetabular cuando se une a la escotadura acetabular (véase [fig. 11-55B](#)). El ligamento convierte la escotadura en un túnel a través del cual los vasos sanguíneos y los nervios entran en la articulación.

El **ligamento de la cabeza del fémur** es plano y triangular (véase [fig. 11-55](#)). Su vértice se inserta en un hueco de la cabeza del fémur (**fosita de la cabeza femoral**) y su base, en el ligamento transverso y los bordes de la escotadura acetabular. Se localiza dentro de la articulación y está recubierto por la membrana sinovial.

Membrana sinovial

La membrana sinovial reviste la cápsula y se inserta en los bordes de las caras articulares (véase [fig. 11-55](#)). Cubre la porción del cuello del fémur que se localiza dentro de la cápsula articular. Envuelve el ligamento de la cabeza del fémur y cubre la almohadilla de tejido adiposo contenida en la fosa acetabular. Con frecuencia, una bolsa sinovial protruye a través de un espacio en la pared anterior de la cápsula, entre los ligamentos pubofemoral e iliofemoral, y forma la **bolsa del psoas**, en profundidad respecto al tendón del psoas ([fig. 11-57](#); véase [fig. 11-56](#)).

Vascularización

Las arterias que irrigan la articulación de la cadera incluyen las siguientes (véase [fig. 11-55B](#)):

- **Ramas retinaculares** de las arterias circunflejas femorales medial y lateral.
- **Arteria para la cabeza del fémur** (rama acetabular de la arteria obturatriz).

Las arterias retinaculares, especialmente las de la arteria circunfleja femoral medial, son la principal fuente de vascularización de la cabeza y el cuello del fémur y la articulación de la cadera. La arteria para la cabeza del fémur es una rama de tamaño variable de la arteria obturatriz. Cruza el ligamento de la cabeza del fémur e irriga la cabeza del fémur. Puede formar anastomosis con las arterias retinaculares.

Inervación

Los nervios femorales, obturadores y ciáticos y el nervio del cuadrado femoral inervan el área.

Movimientos

La articulación de la cadera tiene una gran amplitud de movimientos. La fuerza de la articulación depende en gran medida de la forma de los huesos que

participan en ella y de sus potentes ligamentos. Cuando se flexiona la rodilla, la flexión de la cadera está limitada por la cara anterior del muslo que entra en contacto con la pared anterior del abdomen. Cuando la rodilla está extendida, la flexión está limitada por la tracción del grupo de los músculos isquiotibiales. La extensión, que es el movimiento del muslo flexionado hacia atrás desde la posición anatómica, está limitada por la tracción de los ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral. La abducción está limitada por la tracción del ligamento pubofemoral, y la aducción lo está por el contacto con el miembro opuesto y por la tracción en el ligamento de la cabeza del fémur. La rotación lateral está limitada por la tracción en los ligamentos iliofemoral y pubofemoral, y el ligamento isquiofemoral limita la rotación medial. A continuación, se muestran las estructuras responsables de cada movimiento:

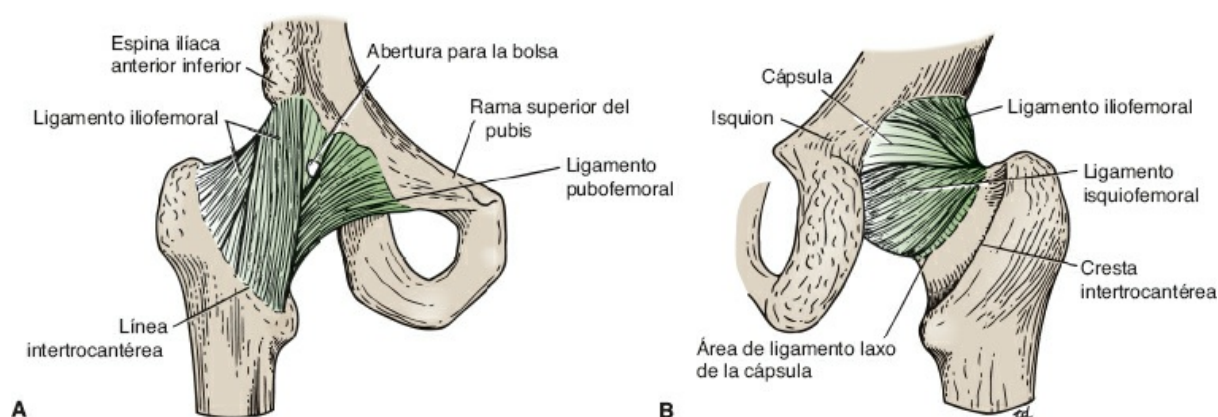


Figura 11-56 Cara anterior (A) y cara posterior (B) de la articulación de la cadera derecha.

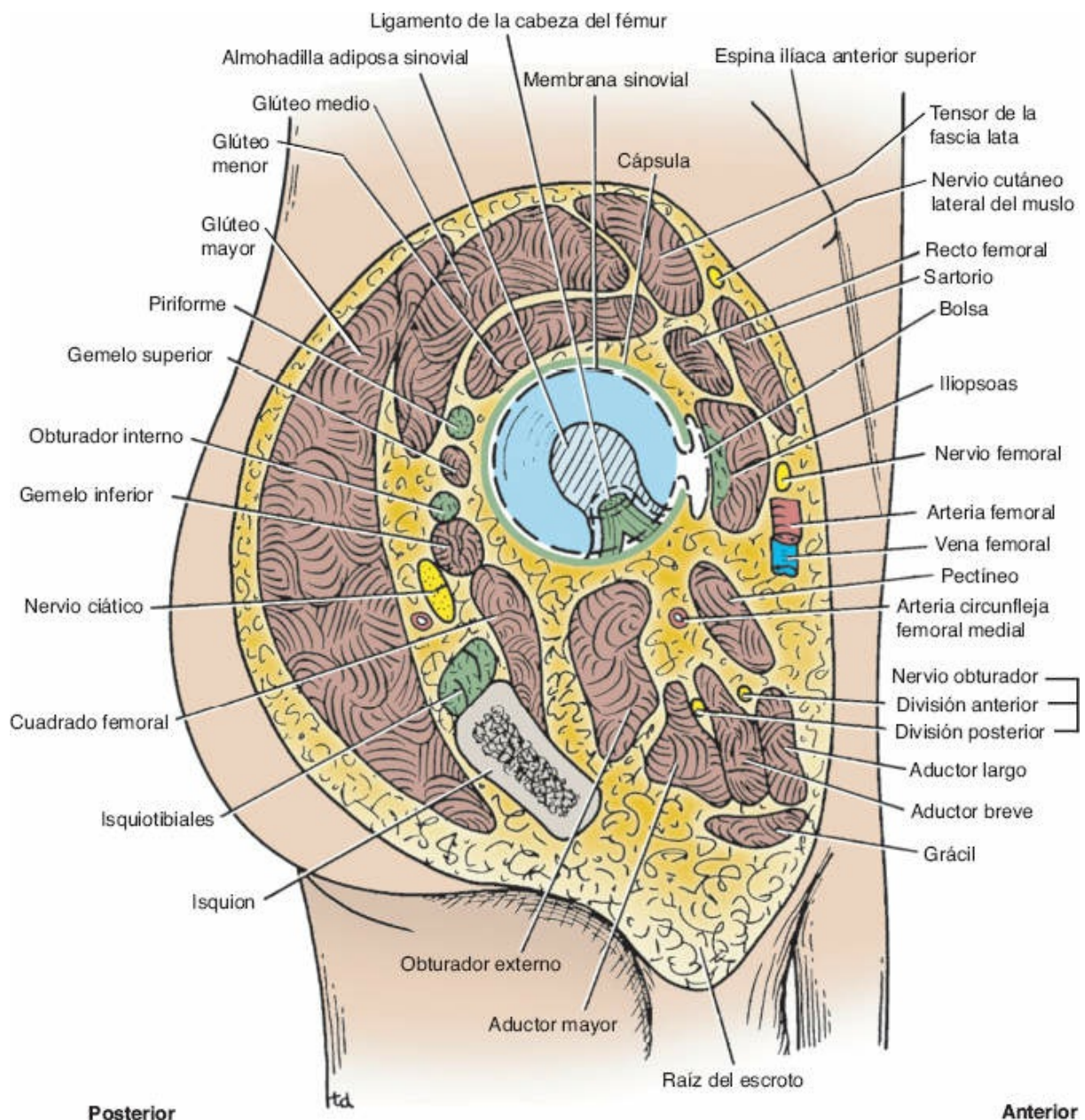


Figura 11-57 Estructuras que rodean la articulación de la cadera derecha.

- La **flexión** es realizada por el iliopsoas, el recto femoral y el sartorio, y también por los músculos aductores.
- La **extensión** (un movimiento hacia atrás del muslo flexionado) la llevan a cabo por el glúteo mayor y los músculos isquiotibiales.
- La **abducción** la realizan los glúteos medio y el menor, asistidos por el sartorio, el tensor de la fascia lata y el piriforme.
- La **aducción** es llevada a cabo por los aductores largo y corto y las fibras aductorales del aductor mayor. Estos músculos son asistidos por el pectíneo y el grácil.
- La **rotación lateral** es realizada por el piriforme, los obturadores interno y externo, los gemelos superior e inferior y el cuadrado femoral, asistidos por el glúteo mayor.
- La **rotación medial** es efectuada por las fibras anteriores de los glúteos medio

y menor, y el tensor de la fascia lata.

- La **circunducción** es una combinación de los movimientos anteriores (véase [cap. 1](#)).

El grupo extensor de músculos es más potente que el grupo flexor, y los rotadores laterales son más potentes que los rotadores mediales.

Relaciones relevantes

- **Anteriormente.** Músculos iliopsoas, pectíneo y recto femoral. El músculo iliopsoas y el pectíneo separan los vasos y el nervio femorales de la articulación de la cadera (véase [fig. 11-57](#)).
- **Posteriormente.** El músculo obturador interno, los gemelos y el cuadrado femoral separan la articulación del nervio ciático.
- **Superiormente.** Piriforme y glúteo menor.
- **Inferiormente.** Tendón del obturador externo.



Notas clínicas

Dolor referido a la articulación de la cadera

El nervio femoral inerva la articulación de la cadera y también la piel de las caras anterior y medial del muslo. Por lo tanto, el dolor que se origina en la cadera puede referirse a la cara frontal y medial del muslo. La división posterior del nervio obturador inerva las articulaciones de la cadera y la rodilla. Esto explica por qué la enfermedad de la cadera a veces provoca dolor en la rodilla.

Dislocación congénita de cadera

La estabilidad de la cadera depende de la disposición en enartrosis de las superficies articulares y los potentes ligamentos. En la dislocación congénita de la cadera (véanse las *Notas embriológicas* más adelante en este capítulo), el labio superior del acetábulo no se desarrolla adecuadamente, y la cabeza del fémur, al no tener una plataforma estable sobre la cual alojarse, sale del acetábulo hacia la cara glútea del ilion.

Dislocación traumática de la cadera

La dislocación traumática de la cadera es poco frecuente debido a su resistencia y estabilidad; suele producirse por accidentes de tráfico. Si ocurre, en general lo hace cuando la articulación está flexionada y aducida. La cabeza del fémur se desplaza posteriormente fuera del acetábulo y pasa a ubicarse en la cara glútea del ilion (**dislocación posterior**). La estrecha relación entre el nervio ciático y la cara posterior de la articulación lo hace propenso a lesionarse en este tipo de dislocaciones.

Estabilidad de la articulación de la cadera y signo de Trendelenburg

La estabilidad de la cadera cuando una persona permanece en el suelo sobre una pierna con el pie de la pierna opuesta levantada depende del cumplimiento de tres factores:

- Funcionamiento normal de los glúteos medio y menor.
- Ubicación normal de la cabeza del fémur dentro del acetábulo.
- Integridad completa del cuello del fémur, que debe tener un ángulo normal con respecto al eje del cuerpo del fémur.

Si alguno de estos factores no se cumple, entonces la pelvis caerá sobre el lado opuesto y sin apoyo. En este caso se dice que el paciente presenta un **signo de Trendelenburg positivo** (fig. 11-58).

Cuando se camina de manera normal, los glúteos medio y menor se contraen alternativamente, primero en un lado y luego en el otro. De esta forma, la pelvis se levanta primero de un lado y luego del otro, permitiendo que la pierna se flexione en la articulación de la cadera y se mueva hacia adelante (es decir, la pierna se levanta del suelo antes de impulsarse hacia adelante para dar el paso al frente). Cuando se solicita a un paciente con una dislocación congénita de la cadera izquierda o una parálisis del glúteo medio y/o medio del lado izquierdo que permanezca sobre la pierna izquierda y levante del suelo la pierna opuesta, exhibe el denominado signo positivo de Trendelenburg, y el lado sin soporte (derecho) de la pelvis caerá por debajo de la horizontal. Si se solicita al paciente que camine, mostrará la característica marcha de Trendelenburg. En los pacientes con dislocación congénita de la cadera unilateral, se observa la típica “marcha de pato”.

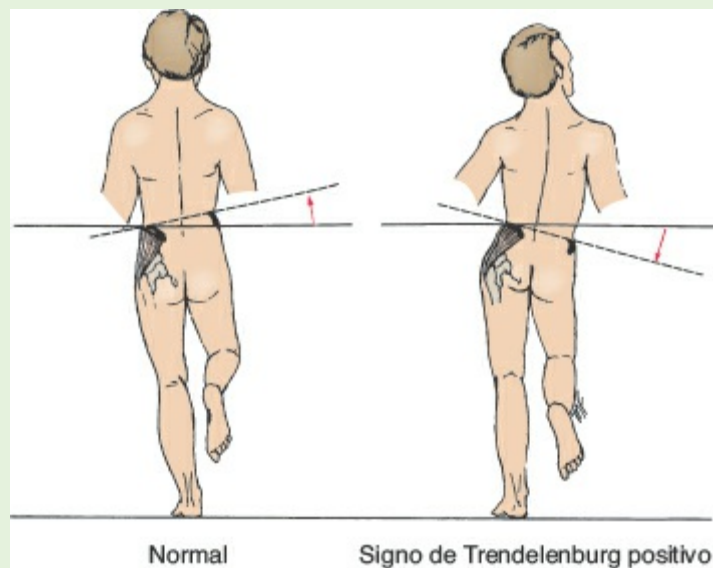


Figura 11-58 Prueba de Trendelenburg.

Artritis de la articulación de la cadera

Los pacientes con una inflamación en la cadera colocan el fémur en la posición que origine menos molestias, es decir, la posición en la que la cavidad articular tenga la máxima capacidad de contener la mayor cantidad posible de líquido sinovial secretado. En tal posición, la articulación de la cadera está parcialmente flexionada, en abducción y rotada externamente.

La **artrosis**, la enfermedad más frecuente de la articulación de la cadera en el adulto, causa dolor, rigidez y deformación. El dolor puede ser localizado en la articulación de la cadera o referirse a la rodilla (el nervio obturador inerva ambas articulaciones). La rigidez se debe al dolor y el espasmo reflejo de los músculos circundantes. La deformación se debe a la flexión, la aducción y la rotación externa, y se produce inicialmente por espasmos musculares y luego por contractura muscular.

Necrosis avascular de la cabeza del fémur

Las fracturas del cuello del fémur aparecen frecuentemente en ancianos, especialmente en mujeres, debido a la degeneración en la estructura ósea relacionada con la osteoporosis. Estas fracturas a menudo incluyen el desgarro de las ramas reticulares de la arteria circunfleja femoral medial, lo que reduce el flujo sanguíneo hacia la cabeza del fémur. En algunos de estos casos, la única fuente de vascularización de la cabeza femoral queda relegada a la arteria para la cabeza del fémur. Pero si dicha arteria está ausente o no es del todo funcional, lo cual hace que la vascularización a la cabeza del fémur no sea suficiente (situación habitual), puede desencadenarse necrosis avascular de la cabeza del fémur.

En los niños, las dislocaciones traumáticas de la cadera o las fracturas que alteran la epífisis del fémur entre la cabeza y el cuello pueden ocasionar daños en la arteria para la cabeza del fémur o en

las arterias retinaculares. De nuevo, el resultado puede ser una necrosis avascular de la cabeza del fémur.

Articulación de la rodilla

La rodilla es la articulación más grande y compleja del cuerpo. La forman dos partes principales: 1) uniones condíleas pares entre los redondeados cóndilos medial y lateral del fémur superiormente, y los cóndilos correspondientes de la tibia y sus meniscos cartilaginosos inferiormente, y 2) una región deslizante entre la patela y la cara patelar del fémur (fig. 11-59). Téngase en cuenta que la fibula no está directamente implicada en la articulación.

Las caras articulares del fémur, la tibia y la patela están recubiertas de cartílago hialino. Téngase en cuenta que las caras articulares de los cóndilos medial y lateral de la tibia a menudo se denominan clínicamente **mesetas tibiales medial y lateral**.

Tipo

La articulación entre el fémur y la tibia es sinovial de tipo bisagra, pero es posible un cierto grado de movimiento rotatorio. La articulación entre la patela y el fémur es de tipo sinovial plana.

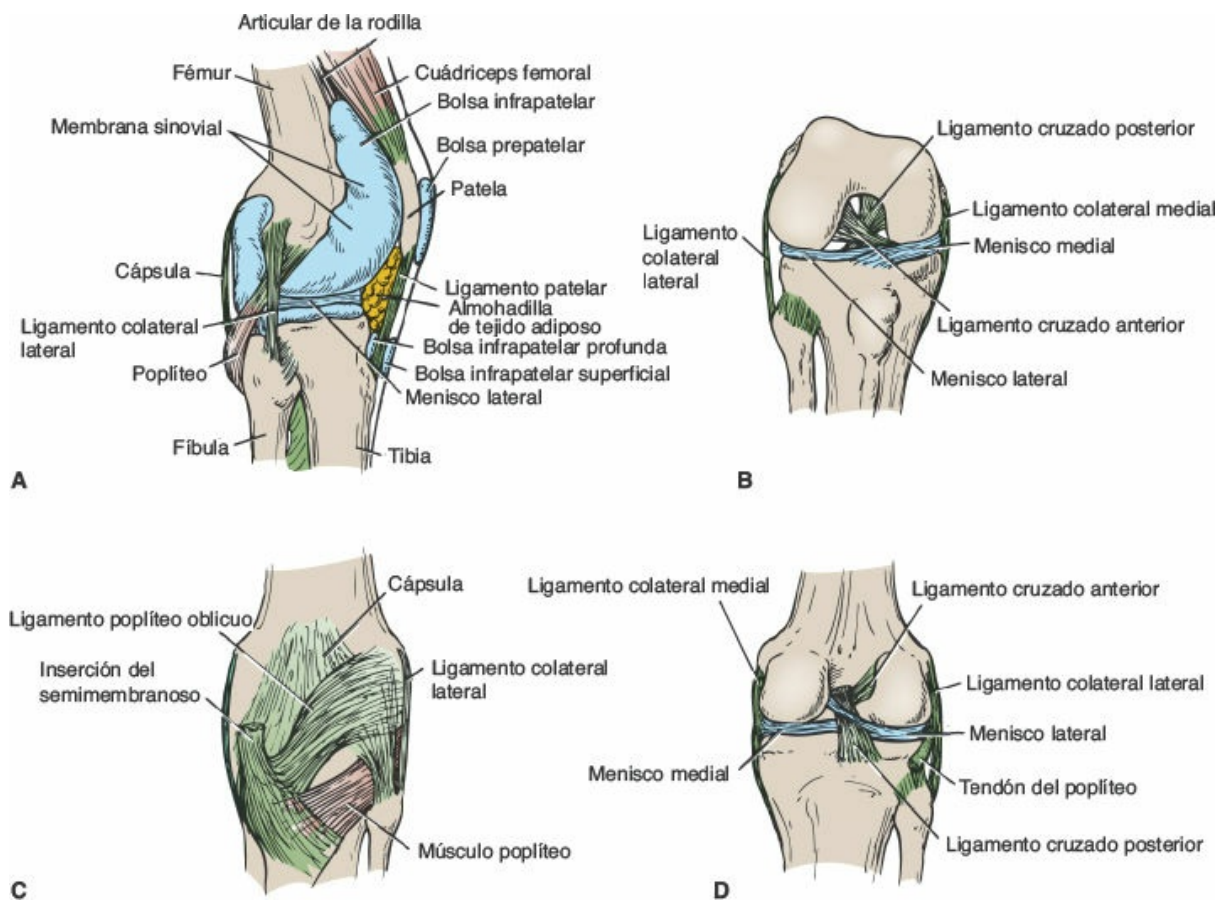


Figura 11-59 A. Vista de la cara lateral de la articulación de la rodilla derecha. B. Cara anterior, con la articulación flexionada. C,D. Cara posterior.

Cápsula

La cápsula está unida a los bordes de las caras articulares y rodea los lados y la cara posterior de la articulación. La cara anterior de la articulación no tiene cápsula, lo que permite que la membrana sinovial forme una bolsa superiormente por debajo del tendón del cuádriceps, formando la **bolsa suprapatelar** (véase [fig. 11-59](#)). A cada lado de la patela, la cápsula es reforzada por expansiones de los tendones de los vastos lateral y medial. Posterior a la articulación, la cápsula está reforzada por una expansión del músculo semimembranoso llamada **ligamento poplíteo oblicuo**. La cápsula posee una abertura posterior al cóndilo lateral de la tibia por la que emerge el tendón del poplíteo.

Ligamentos

Los ligamentos se dividen en los que se localizan fuera de la cápsula articular (ligamentos extracapsulares) y los que se localizan dentro de la cápsula (ligamentos intracapsulares).

Ligamentos extracapsulares

El **ligamento patelar** se inserta superiormente en el borde inferior de la patela e inferiormente en la tuberosidad tibial (véanse [figs. 11-7](#) y [11-59A](#)). Es, de hecho, una continuación de la porción central del tendón común del músculo cuádriceps femoral.

El **ligamento colateral lateral** es similar a un cordón y se inserta superiormente en el cóndilo lateral del fémur e inferiormente en la cabeza de la fíbula (véase [fig. 11-59](#)). El tendón del músculo poplíteo interviene entre el ligamento y el menisco lateral ([fig. 11-60](#)).

El **ligamento colateral medial** es una banda plana y se inserta superiormente en el cóndilo medial del fémur e inferiormente en la cara medial del cuerpo de la tibia (véase [fig. 11-59](#)). Está firmemente insertada en el extremo del menisco medial (véanse [figs. 11-59](#) y [11-60](#)).

El **ligamento poplíteo oblicuo** es una expansión tendinosa derivada del músculo semimembranoso. Fortalece la cara posterior de la cápsula.

Ligamentos intracapsulares

Los ligamentos cruzados son dos potentes ligamentos intracapsulares que se cruzan entre sí dentro de la cavidad articular (véanse [figs. 11-59](#) y [11-60](#)). Se denominan *anterior* y *posterior* según sus inserciones tibiales. Estos importantes ligamentos son el enlace principal entre el fémur y la tibia en toda la amplitud de movimiento de la articulación.

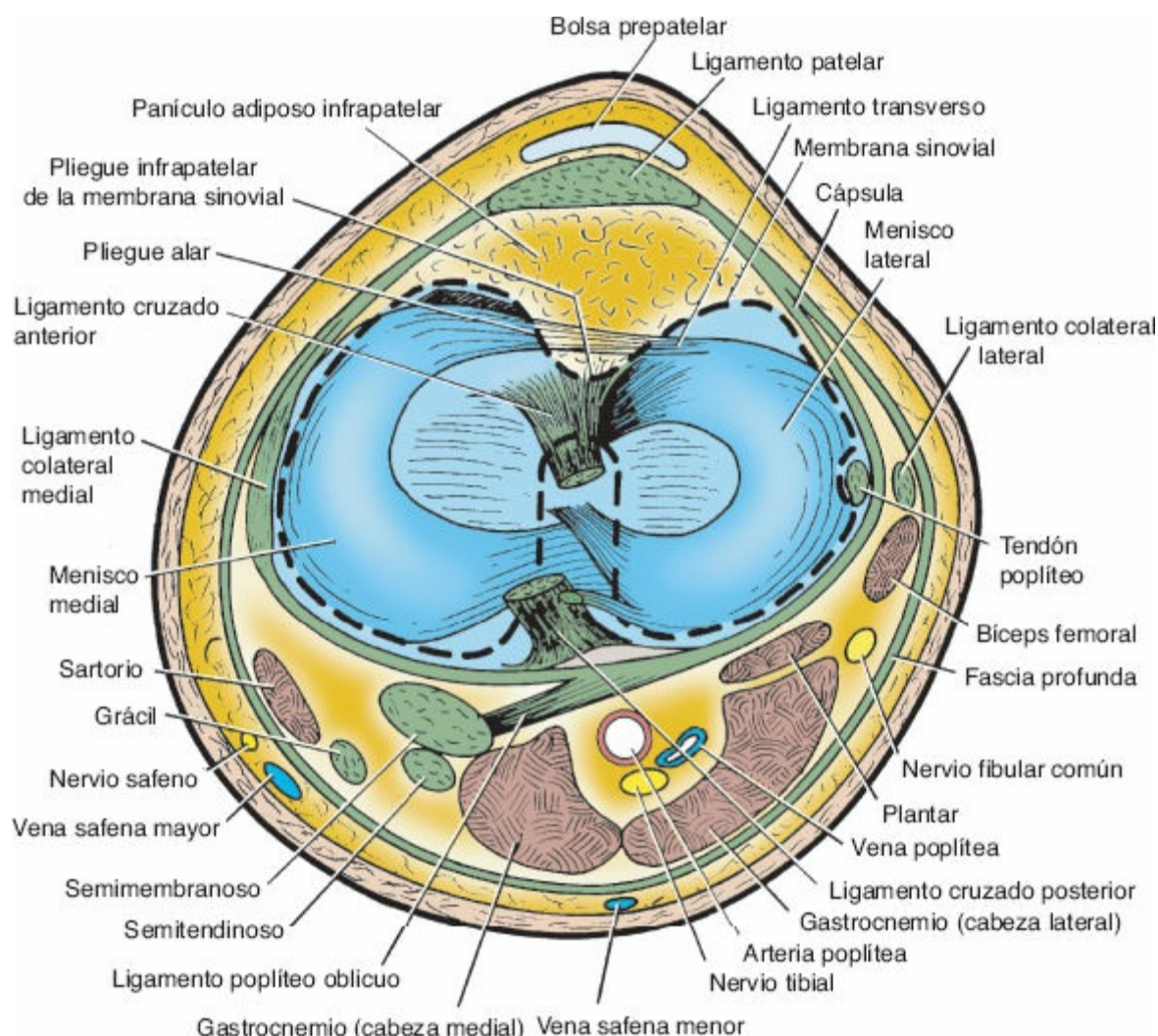


Figura 11-60 Relaciones de la articulación de la rodilla derecha.

LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

El ligamento cruzado anterior (**LCA**) se inserta en el área intercondílea anterior de la tibia; sigue una trayectoria en dirección superior, posterior y lateral para insertarse en la parte posterior de la cara medial del cóndilo lateral del fémur. El LCA evita el desplazamiento posterior del fémur sobre la tibia. A la inversa, con la rodilla flexionada, dicho ligamento evita la tracción hacia adelante de la tibia en relación con el fémur.

LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR

El ligamento cruzado posterior (**LCP**) se inserta en el área intercondílea posterior de la tibia; sigue una trayectoria en dirección superior, anterior y medial para insertarse en la parte anterior de la cara lateral del cóndilo medial del fémur. El LCP evita el desplazamiento anterior del fémur sobre la tibia. Con la rodilla flexionada, el LCP evita la tracción hacia atrás de la tibia en relación con el fémur.

Meniscos

Los meniscos son láminas de fibrocartílago en forma de “C”. El borde periférico es grueso y está insertado a la cápsula, y el borde interno es fino y cóncavo, y forma un borde libre (véanse [figs. 11-59](#) y [11-60](#)). Las caras superiores están en contacto con los cóndilos del fémur. Las caras inferiores están en contacto con los cóndilos de la tibia. Su función es aumentar la superficie articular de los cóndilos de la tibia para recibir los cóndilos convexos del fémur; también sirven como cojines entre los dos huesos y distribuyen las fuerzas transmitidas a través de la articulación.

Cada menisco se inserta en la cara superior de la tibia a través de los **cuernos anterior** y **posterior**. Como el menisco medial también se inserta en el ligamento colateral medial, es relativamente inmóvil.

Membrana sinovial

La membrana sinovial reviste la cápsula y se inserta en los bordes de las caras articulares (véase [fig. 11-59](#)). En la cara anterior, y por encima de la articulación, forma una bolsa, que se extiende superiormente por debajo del músculo cuádriceps femoral tres dedos por encima de la patela, formando la **bolsa suprapatelar**. Esta se mantiene en posición a través de la inserción de una pequeña porción del músculo vasto intermedio, denominado **músculo articular de la rodilla**.

En la cara posterior de la articulación, la membrana sinovial se prolonga inferiormente sobre la cara profunda del tendón poplíteo, formando la **bolsa poplíteo**. Una bolsa se interpone entre la cabeza medial del gastrocnemio y el cóndilo medial del fémur y el tendón semimembranoso; esta se conoce como **bolsa semimembranosa**, y con frecuencia se comunica con la cavidad sinovial de la articulación.

La membrana sinovial se refleja anteriormente desde la cara posterior de la cápsula alrededor de la cara frontal de los ligamentos cruzados. Como resultado, los ligamentos cruzados se localizan posteriores a la cavidad sinovial y no están bañados por líquido sinovial.

En la parte anterior de la articulación, la membrana sinovial se refleja posteriormente desde la cara posterior del ligamento patelar para formar el **pliegue infrapatelar**; los bordes libres del pliegue se denominan **pliegues alares**.

Bolsas relacionadas con la rodilla

Diversas bolsas se relacionan con la rodilla. Se hallan en cualquier punto donde la piel, los músculos o los tendones están sometidos a fricción con los huesos. Cuatro se ubican anteriores a la articulación y seis se hallan posteriores a la misma. La bolsa suprapatelar y la patelar siempre se comunican con la articulación, y la bolsa semimembranosa también puede comunicarse con ella.

Bolsa anterior

- La **bolsa suprapatelar** se localiza inferior al músculo cuádriceps y se

comunica con la cavidad articular (véase fig. 11-59A). Se ha descrito anteriormente.

- La **bolsa prepatelar** se localiza en el tejido subcutáneo entre la piel y la cara frontal de la mitad inferior de la patela y la parte superior del ligamento patelar (véanse figs. 11-59A y 11-60).
- La **bolsa infrapatelar superficial** se halla en el tejido subcutáneo entre la piel y la cara frontal de la parte inferior del ligamento patelar (véase fig. 11-59A).
- La **bolsa infrapatelar profunda** se localiza entre el ligamento patelar y la tibia.

Bolsa posterior

- La **bolsa poplítea** se relaciona con el tendón del poplíteo y se comunica con la cavidad articular. Se ha descrito anteriormente.
- La **bolsa semimembranosa** se relaciona con la inserción del músculo semimembranoso y puede comunicarse con la cavidad articular. Se ha descrito anteriormente.

Las cuatro bolsas posteriores restantes están relacionadas con el tendón de inserción del bíceps femoral; con los tendones de los músculos sartorio, grácil y semitendinoso a medida que pasan a su inserción en la tibia; por debajo de la cabeza lateral de origen del músculo gastrocnemio; y por debajo de la cabeza medial de origen del músculo gastrocnemio.

Inervación

Los nervios femoral, obturador, fibular común y tibial inervan la rodilla.

Movimientos

La rodilla puede producir movimientos de flexión, extensión y rotación. Cuando el pie entra en contacto con el suelo y la articulación de la rodilla asume la posición de extensión completa, el fémur rota medialmente sobre la tibia, lo que da lugar a una torsión y contracción de todos los ligamentos principales de la articulación, y la rodilla se convierte en una estructura mecánicamente rígida. Sin embargo, si el pie no está sobre el suelo, la tibia puede rotar lateralmente sobre el fémur. En ambos casos, los meniscos cartilagosos se comprimen como almohadillas de goma entre los cóndilos del fémur y de la tibia. Se dice que la rodilla totalmente extendida se encuentra en la posición bloqueada y estabilizada.

Antes de que se produzca la flexión de la articulación de la rodilla, es esencial que los ligamentos principales se aflojen para permitir movimientos entre las caras de la articulación. Este proceso de desbloqueo o aflojamiento lo realiza el músculo **poplíteo**, que rota lateralmente el fémur sobre la tibia. Una vez más, los meniscos deben adaptar su forma al contorno cambiante de los cóndilos del fémur. La inserción del poplíteo al menisco lateral hace que este también sea traccionado hacia atrás.

Cuando la rodilla se flexiona en un ángulo recto, permite una amplitud considerable de rotación. En la posición flexionada, la tibia también puede moverse pasivamente hacia adelante y hacia atrás sobre el fémur. Esto es posible porque los ligamentos principales, especialmente los ligamentos cruzados, están relajados en esta posición.

La estabilidad de la rodilla depende del tono de los potentes músculos que actúan sobre la articulación y la fuerza de los ligamentos. De entre ambos, el tono de los músculos es el de mayor relevancia, y es tarea del fisioterapeuta aumentar la resistencia de estos músculos, especialmente la del cuádriceps femoral, después de una lesión en la rodilla. Los músculos mencionados a continuación producen movimientos de la articulación de la rodilla.

Flexión

Los músculos bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso, asistidos por los músculos grácil, sartorio y poplíteo, producen la flexión, que está limitada por el contacto de la cara posterior de la pierna con el muslo.

Extensión

El cuádriceps femoral produce la extensión, que está limitada por la tracción de todos los ligamentos principales de la articulación.

Rotación medial

El sartorio, el grácil y el semitendinoso producen la rotación medial.

Rotación lateral

El bíceps femoral produce la rotación lateral.

Relaciones importantes

- **Anteriormente.** Bolsa prepatelar (véase [fig. 11-60](#)).
- **Posteriormente.** Vasos poplíteos; nervios tibiales y fibular común; nódulos linfáticos y músculos que forman los límites de la fosa poplíteica, es decir, el semimembranoso, el semitendinoso, el bíceps femoral, las dos cabezas del gastrocnemio y el plantar.
- **Medialmente.** El conjunto de los músculos sartorio, grácil y semitendinoso.
- **Lateralmente.** Bíceps femoral y nervio fibular común.



Notas clínicas

Resistencia de la articulación de la rodilla

La resistencia de la articulación de la rodilla depende de la de los ligamentos que unen el fémur con la tibia y del tono de los músculos que actúan sobre la articulación. El grupo muscular más importante es el del cuádriceps femoral. Siempre que esté bien desarrollado, es capaz de estabilizar la rodilla en presencia de ligamentos desgarrados.

Lesiones de la rodilla y la membrana sinovial

La membrana sinovial de la articulación de la rodilla es extensa, y si las caras articulares, los meniscos o los ligamentos de la articulación están dañados, la gran cavidad sinovial se distiende con líquido. La amplia comunicación entre la bolsa suprapatelar y la cavidad articular hace que esta estructura también se distienda. El edema de la rodilla se extiende tres o cuatro dedos por encima de la patela y lateral y medialmente por debajo de las aponeurosis de inserción de los vastos lateral y medial, respectivamente.

Lesión ligamentosa de la articulación de la rodilla

Cuatro ligamentos (el ligamento colateral medial, el ligamento colateral lateral, el LCA y el LCP) suelen lesionarse en la rodilla. Según el grado de fuerza aplicada, pueden producirse esguinces o desgarros.

Ligamento colateral medial

La abducción forzada de la tibia sobre el fémur puede provocar un desgarro parcial del ligamento colateral medial, que puede ocurrir en sus inserciones femoral o tibial. Huelga recordar que los desgarros de los meniscos dan lugar a dolor localizado en la línea articular, mientras que los esguinces del ligamento colateral medial causan dolor sobre las inserciones femoral o tibial del ligamento.

Ligamento colateral lateral

La aducción forzada de la tibia en el fémur puede provocar lesiones en el ligamento colateral lateral. Es una lesión menos frecuente que la del ligamento colateral medial.

Ligamentos cruzados

Las lesiones en los ligamentos cruzados pueden producirse cuando se aplica una fuerza excesiva a la articulación de la rodilla.

Los **desgarros del LCA** son habituales. De hecho, es el ligamento que se lesiona con mayor frecuencia de todo el cuerpo, y requiere cirugía. Son más habituales en las mujeres, probablemente por su diferente alineación del muslo en la pierna por el hecho de tener una pelvis más ancha. También hay un mayor riesgo en las mujeres durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual, quizás por la influencia de las hormonas sexuales femeninas. Los **desgarros del LCP** son menos frecuentes.

La lesión de los ligamentos cruzados siempre viene acompañada de daño a otras estructuras de la rodilla; suelen distenderse los ligamentos colaterales y la cápsula también puede dañarse. La cavidad articular se llena rápidamente de sangre (**hemartrosis**), de modo que la articulación se inflama. En el examen de pacientes con una rotura del LCA se observa que la tibia puede sufrir una tracción anterior excesiva sobre el fémur; en la rotura del LCP, por el contrario, hay un desplazamiento posterior excesivo de la tibia sobre el fémur ([fig. 11-61](#)). Este movimiento excesivo se conoce como **signo del cajón positivo**, porque el movimiento tibial es similar al de abrir o cerrar un cajón. Como la estabilidad de la articulación de la rodilla depende en gran medida del tono del músculo cuádriceps femoral y de la integridad de los ligamentos colaterales, la reparación quirúrgica cuando hay distensión de los ligamentos cruzados no siempre está indicada. La rodilla se inmoviliza con escayola o yeso en ligera flexión, y se inicia de inmediato fisioterapia activa enfocada en el músculo cuádriceps femoral. Sin embargo, si la cápsula articular y los ligamentos colaterales se rompen, la reparación quirúrgica temprana es esencial.

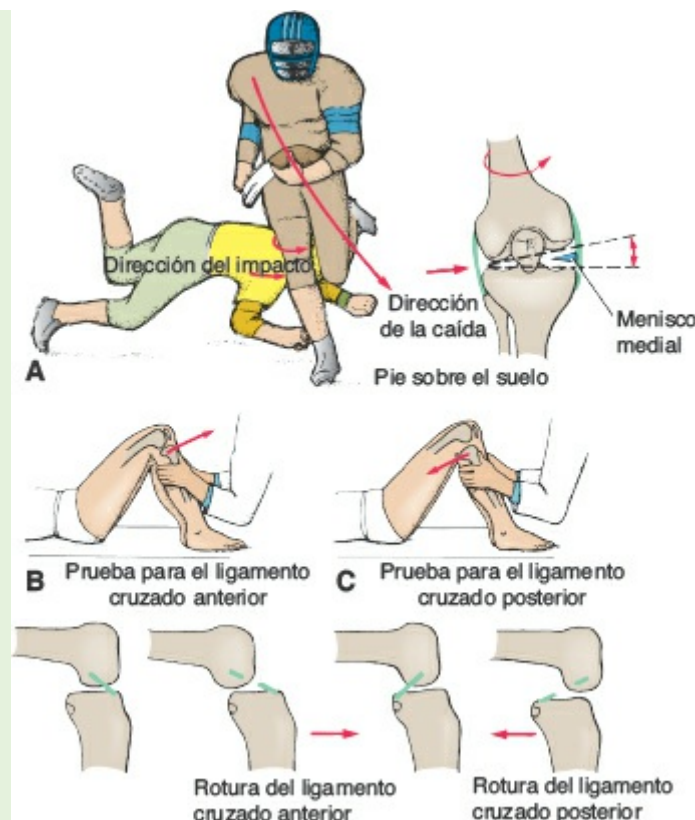


Figura 11-61 A. Mecanismo involucrado en el daño al menisco medial de la articulación de la rodilla en un ejemplo del fútbol americano. Obsérvese que la articulación de la rodilla derecha está semiflexionada y que se produce una rotación medial del fémur sobre la tibia. El impacto provoca una abducción forzada de la tibia sobre el fémur, y el menisco medial se coloca en una posición anómala. El menisco cartilaginoso se encaja luego entre el fémur y la tibia. B. Prueba de integridad del ligamento cruzado anterior (LCA). C. Prueba de integridad del ligamento cruzado posterior (LCP).

Lesión de menisco

Las lesiones de los meniscos son habituales. Normalmente, el menisco medial se daña mucho más que el lateral, probablemente por su fuerte fijación al ligamento colateral medial de la articulación de la rodilla, que restringe su movilidad. La lesión se produce cuando el fémur rota sobre la tibia, o la tibia rota sobre el fémur, con la rodilla parcialmente flexionada y sosteniendo el peso del cuerpo. La tibia en general se abduce sobre el fémur y el menisco medial se coloca en una posición anómala entre los cóndilos del fémur y de la tibia (véase [fig. 11-61A](#)). Un movimiento repentino entre los cóndilos hace que el menisco sea sometido a una intensa fuerza de roce y se rompa ([fig. 11-62](#)). Cuando la parte desgarrada del menisco se encaja entre las caras articulares, es imposible realizar más movimientos y se dice que la articulación se “bloquea”.

La lesión del menisco lateral es menos frecuente, probablemente porque no está fijada al ligamento colateral lateral de la articulación de la rodilla y, por consiguiente, es más móvil. El músculo poplíteo envía algunas de sus fibras al menisco lateral, y estas pueden empujar al menisco a una posición más favorable durante los movimientos repentinos de la articulación de la rodilla.

Neumoartrografía

Puede inyectarse aire en la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla para poder estudiar los tejidos blandos. Esta técnica se basa en el hecho de que el aire es menos radioopaco que las estructuras como los meniscos medial y lateral, por lo que su contorno puede visualizarse en una radiografía (véase [fig. 11-75](#)).

Artroscopia

La artroscopia implica la introducción de un instrumento iluminado en la cavidad sinovial de la articulación de la rodilla a través de una pequeña incisión. Esta técnica permite la visualización directa de estructuras, como los ligamentos cruzados y los meniscos, con fines diagnósticos.

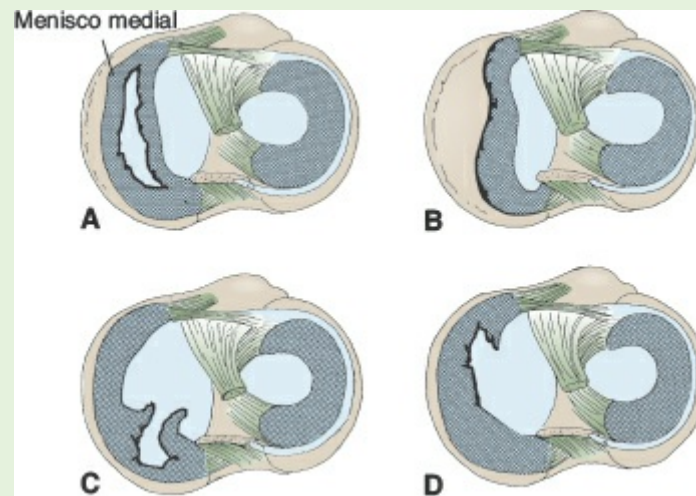


Figura 11-62 Roturas del menisco medial de la articulación de la rodilla. **A.** Desgarro completo en asa de cubeta. **B.** El menisco es arrancado de su inserción periférica. **C.** Desgarro de la porción posterior del menisco. **D.** Desgarro de la porción anterior del menisco.

Articulación tibiofibular proximal

La articulación se localiza entre el cóndilo lateral de la tibia y la cabeza de la fíbula (véase fig. 11-7). Las caras articulares son planas y están recubiertas de cartílago hialino.

Tipo

Es una articulación sinovial plana por deslizamiento.

Cápsula

La cápsula rodea la articulación y se inserta en los bordes de las caras articulares.

Ligamentos

Los **ligamentos anterior** y **posterior** fortalecen la cápsula. La **membrana interósea**, que conecta los cuerpos de la tibia y la fíbula entre sí, también fortalece enormemente la articulación.

Membrana sinovial

La membrana sinovial reviste la cápsula y se inserta en los bordes de las caras articulares.

Inervación

El nervio fibular común inerva la articulación.

Movimientos

Durante los movimientos en el tobillo se produce algo de movimiento de deslizamiento.

Articulación tibiofibular distal

La articulación se localiza entre la escotadura fibular en el extremo inferior de la tibia y el extremo inferior de la fibula ([figs. 11-63 y 11-64](#)). Las superficies óseas opuestas son rugosas.

Tipo

La articulación tibiofibular distal es una articulación de tipo fibrosa.

Cápsula

No tiene cápsula.

Ligamentos

El **ligamento interóseo** es una banda gruesa y resistente de tejido fibroso que une los dos huesos. La membrana interósea, que conecta los cuerpos de la tibia y la fibula entre sí, también fortalece enormemente la articulación.

Los **ligamentos anterior** y **posterior** son bandas planas de tejido fibroso que conectan los dos huesos anteriormente, y posteriormente el ligamento interóseo (*véase* [fig. 11-63B](#)).

El **ligamento transverso inferior** se extiende desde la cara medial de la parte superior del maléolo lateral hasta el borde posterior del extremo inferior de la tibia (*véase* [fig. 11-64A](#)).

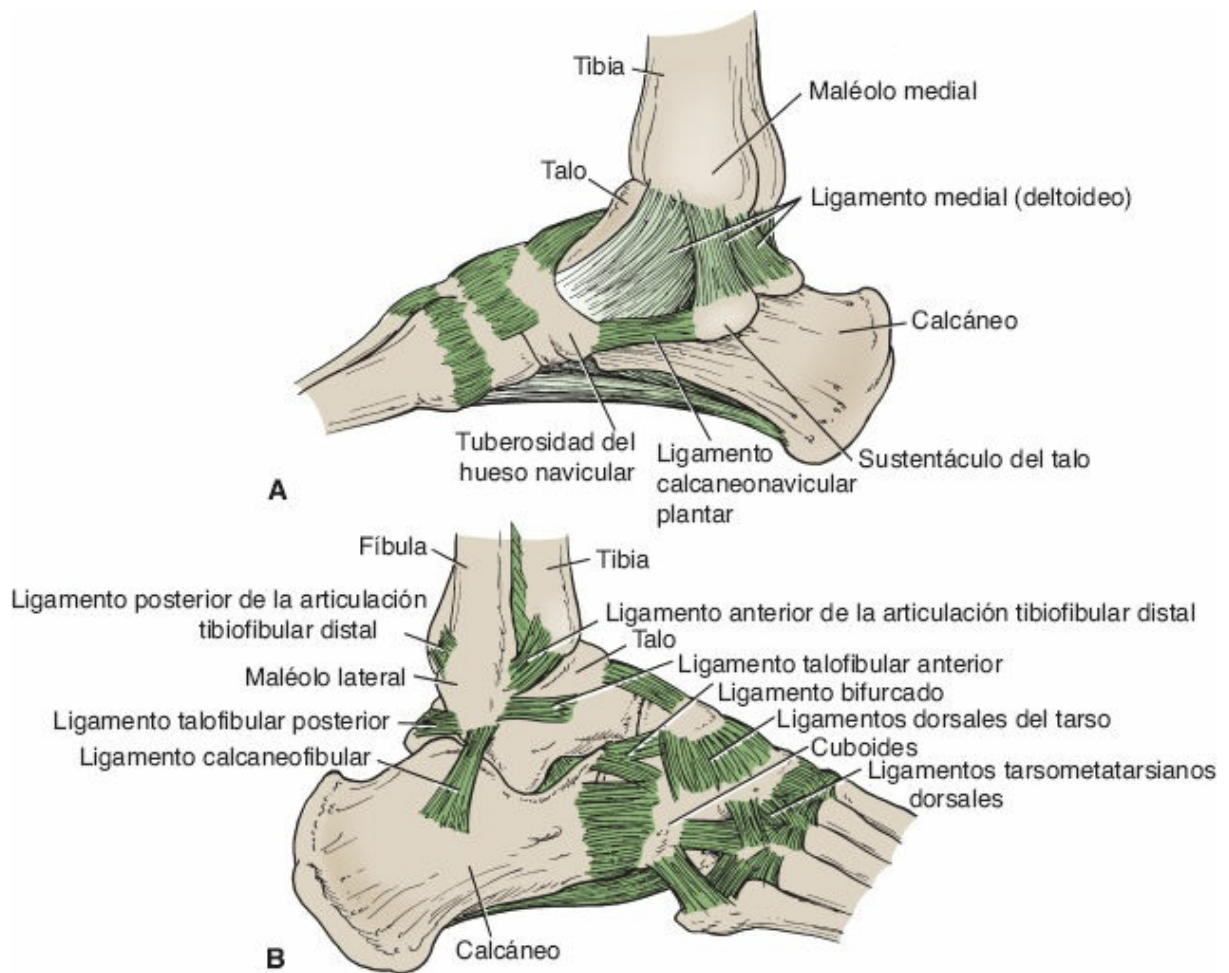


Figura 11-63 Cara medial (A) y cara lateral (B) de la articulación del tobillo derecho.

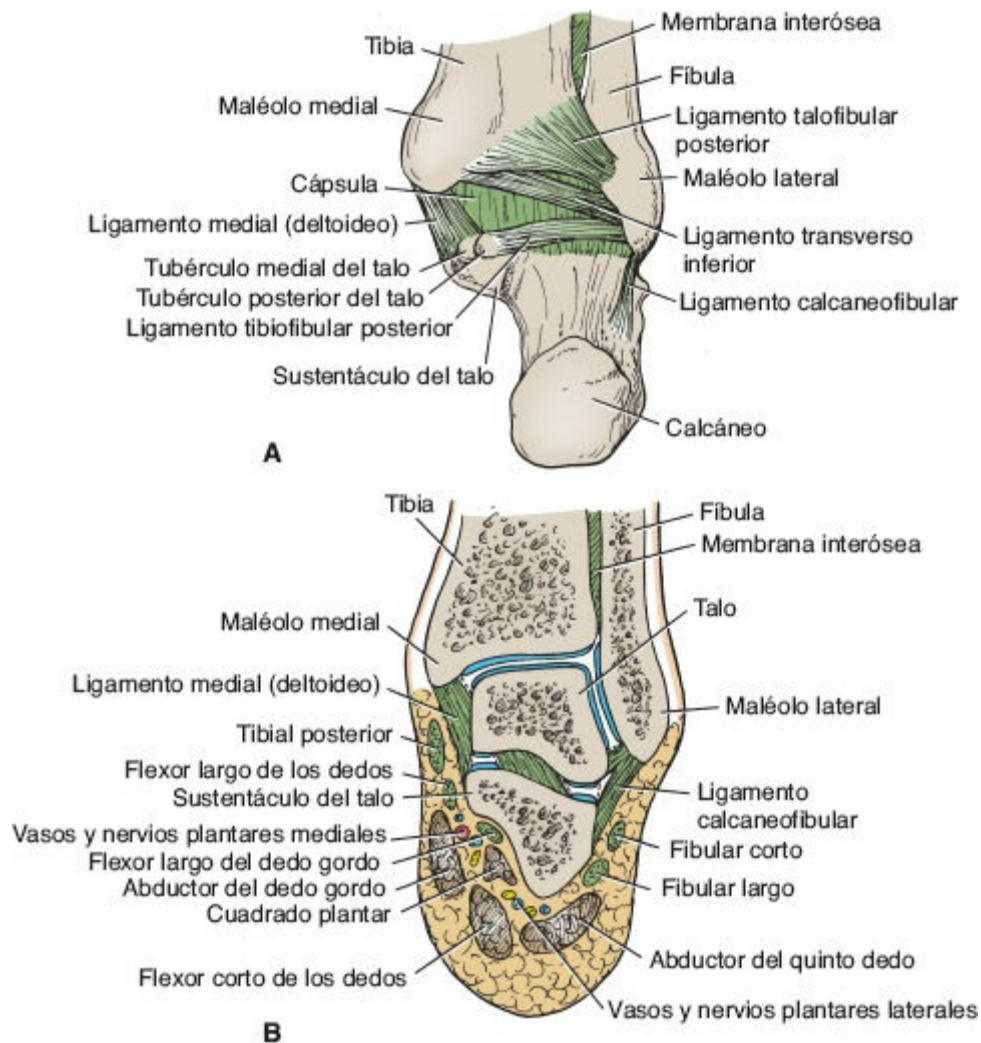


Figura 11-64 Cara posterior (A) y sección coronal (B) de la articulación del tobillo derecho.

Inervación

Los nervios fibulares y tibiales profundos inervan la articulación tibiofibular distal.

Movimientos

Durante los movimientos en el tobillo se produce algo de movimiento de deslizamiento.

Articulación del tobillo

La articulación del tobillo (talocrural) se localiza entre el extremo inferior de la tibia, los dos maléolos y el cuerpo del talo (véanse [figs. 11-63](#) y [11-64](#)). Está constituida por una depresión profunda formada por los extremos inferiores de la tibia y la fibula, en la que se encaja la parte superior del cuerpo del talo. El **ligamento tibiofibular transverso inferior**, que discurre entre el maléolo lateral y el borde posterior del extremo inferior de la tibia, hace más profunda la cavidad en la que el cuerpo del talo encaja perfectamente (véase [fig. 11-64A](#)). La

superficie articular está recubierta de cartílago hialino. La forma de los huesos y la fuerza de los ligamentos y los tendones circundantes hacen que esta articulación sea resistente y estable.

Tipo

El tobillo es una articulación sinovial. El talo se mueve en un eje transversal como una bisagra.

Cápsula

La cápsula encierra la articulación y se inserta en los huesos cerca de sus bordes articulares.

Ligamentos

El **ligamento medial (deltoideo)** es una fuerte unidad triangular compuesta por tres porciones (*véanse* [figs. 11-63](#) y [11-64](#)). Su vértice se inserta en la punta del maléolo medial. Inferiormente, las fibras profundas se insertan en el área no articular en la cara medial del cuerpo del talo. Las fibras superficiales se insertan en el lado medial del talo, el sustentáculo del talo, el ligamento calcaneonavicular plantar y la tuberosidad del hueso navicular.

El **ligamento lateral** es más débil que el ligamento medial y está formado por tres bandas. El **ligamento talofibular anterior** se extiende desde el maléolo lateral hasta la cara lateral del talo. El **ligamento calcaneofibular** se extiende desde la punta del maléolo lateral posteroinferiormente hasta la cara lateral del calcáneo. El **ligamento talofibular posterior** se extiende desde el maléolo lateral hasta el tubérculo posterior del talo.

Membrana sinovial

La membrana sinovial cubre la cápsula.

Inervación

Los nervios fibulares y tibiales profundos inervan el tobillo.

Movimientos

La flexión dorsal o dorsiflexión (dedos apuntando hacia arriba) y la flexión plantar (dedos apuntando hacia abajo) son los movimientos principales. Los movimientos de inversión y evasión tienen lugar en las articulaciones tarsales y no en la del tobillo.

La **flexión dorsal** es realizada por el tibial anterior, el extensor largo del dedo gordo, el extensor largo de los dedos y el tercer fibular. Está limitada por la tracción del tendón calcáneo, las fibras posteriores del ligamento medial y el ligamento calcaneofibular.

La **flexión plantar** es llevada a cabo por el gastrocnemio, el sóleo, el plantar, el fibular largo, el fibular corto, el tibial posterior, el flexor largo de los dedos y

el flexor largo del dedo gordo. Está limitada por la tracción de los músculos opuestos, las fibras anteriores del ligamento medial y el ligamento talofibular anterior.

Debe tenerse en cuenta que durante la flexión dorsal del tobillo, la parte anterior más ancha de la superficie articular del talo es forzada entre los maléolos medial y lateral, lo que hace que se separen ligeramente y estrechen los ligamentos de la articulación tibiofibular distal. Esta disposición aumenta considerablemente la estabilidad del tobillo cuando el pie está en la posición inicial para realizar los principales movimientos de empuje al caminar, correr y saltar.

Además, cuando el tobillo está en flexión plantar completa, los ligamentos de la articulación tibiofibular distal están menos tensos y puede realizarse una ligera rotación, abducción y aducción.

Relaciones importantes

- **Anteriormente.** Tibial anterior, extensor largo del dedo gordo, vasos tibiales anteriores, nervio fibular profundo, extensor largo de los dedos y tercer fibular (véase [fig. 11-43](#)).
- **Posteriormente.** Tendones calcáneo y del plantar.
- **Posterolateralmente (por detrás del maléolo lateral).** Fibulares largo y corto.
- **Posteromedialmente (por detrás del maléolo medial).** Tibial posterior, flexor largo de los dedos, vasos tibiales posteriores, nervio tibial y flexor largo del dedo gordo.

Articulaciones del tarso

Las articulaciones del tarso se localizan entre los huesos del tarso. Son todas articulaciones sinoviales. Múltiples articulaciones y numerosos ligamentos ocupan esta región.

Articulación subtalar

La articulación subtalar es la articulación posterior entre el talo y el calcáneo. Se localiza entre la superficie inferior del cuerpo del talo y la superficie sobre la mitad de la superficie superior del calcáneo (véase [fig. 11-9](#)). La superficie articular está recubierta de cartílago hialino.

Tipo

Es una articulación plana.

Cápsula

La cápsula encierra la articulación y se inserta en los bordes de las áreas articulares de los dos huesos.

Ligamentos

Los **ligamentos medial y lateral** (talocalcáneo) fortalecen la cápsula. El **ligamento interóseo** (talocalcáneo) (véase [fig. 11-64](#)) es resistente y es el punto de unión principal entre los dos huesos. Se inserta superiormente en el surco talar e inferiormente en el surco del calcáneo.



Notas clínicas

Estabilidad del tobillo

La articulación del tobillo es una articulación en bisagra que tiene una gran estabilidad. La profunda mortaja formada por el extremo inferior de la tibia y los maléolos medial y lateral mantiene firmemente en posición al talo.

Esguinces agudos del “tobillo lateral”

Los esguinces agudos del tobillo lateral suelen deberse a una inversión excesiva del pie con flexión plantar del tobillo. Los ligamentos talofibular anterior y calcaneofibular se desgarran parcialmente, dando lugar a un dolor intenso e hinchazón local.

Esguinces agudos del “tobillo medial”

Los esguinces agudos del tobillo medial son similares pero menos frecuentes que los del tobillo lateral. Pueden producirse en el ligamento medial (deltoideo) como resultado de una eversion excesiva. La gran resistencia del ligamento medial suele hacer que el ligamento se desprenda del extremo del maléolo medial.

Fractura-dislocación del tobillo

Las fracturas-dislocaciones del tobillo son frecuentes y se originan por la rotación externa forzada y eversion del pie. El talo es rotado externamente por la fuerza contra el maléolo lateral de la fibula. El efecto de torsión en el maléolo lateral hace que se fracture en espiral. Si la fuerza continúa, el talo se mueve lateralmente, y el ligamento medial de la articulación del tobillo se tensa y arranca la punta del maléolo medial. Si se obliga al talo a moverse aún más, su movimiento rotatorio da como resultado un contacto violento con el margen posteroinferior de la tibia, que se desprende.

Otros tipos menos frecuentes de fractura-dislocación se deben a una supraeversión forzada (sin rotación), en la que el talo presiona lateralmente el maléolo lateral y provoca que este se fracture transversalmente. La suprainversión (sin rotación), en la que el talo presiona contra el maléolo medial, produce una fractura vertical a través de la base del maléolo medial.

Membrana sinovial

La membrana sinovial cubre la cápsula.

Movimientos

Puede realizar movimientos de deslizamiento y rotatorios.

Articulación talocalcaneonavicular

La articulación talocalcaneonavicular es la articulación anterior entre el talo y el calcáneo y también incluye el hueso navicular (véase [fig. 11-9](#)). La articulación se localiza entre la cabeza redondeada del hueso talo, la cara superior del sustentáculo del talo y la cara posterior cóncava del hueso navicular. La

superficie articular está recubierta de cartílago hialino.

Tipo

La articulación es de tipo plana.

Cápsula

La cápsula rodea de forma incompleta la articulación.

Ligamentos

El **ligamento calcaneonavicular plantar** es resistente y se extiende desde el borde anterior del sustentáculo del talo hasta la cara inferior y la tuberosidad del hueso navicular (véase [fig. 11-63A](#)). La cara superior del ligamento está recubierta de fibrocartílago y sostiene la cabeza del talo.

Membrana sinovial

La membrana sinovial cubre la cápsula.

Movimientos

Puede realizar movimientos de deslizamiento y rotatorios.

Articulación calcaneocuboidea

La articulación se localiza entre el extremo anterior del calcáneo y la cara posterior del cuboides (véase [fig. 11-9](#)). La superficie articular está recubierta de cartílago hialino.

Tipo

La articulación calcaneocuboidea es de tipo plano.

Cápsula

La cápsula rodea la articulación.

Ligamentos

El **ligamento bifurcado** es un resistente ligamento en la cara superior de la articulación (véase [fig. 11-63B](#)). Tiene forma de “Y”, y el cuerpo se fija en la cara superior de la parte anterior del calcáneo. El extremo lateral se fija en la cara superior del cuboides y el medial en la cara superior del hueso navicular.

El **ligamento plantar largo** es un resistente ligamento en la cara inferior de la articulación (véanse [figs. 11-52](#) y [11-53](#)). Se fija en la cara inferior del calcáneo posteriormente y a la cara inferior del cuboides y las bases de los huesos metatarsianos tercero, cuarto y quinto anteriormente. Se extiende sobre el surco del tendón del fibular largo, convirtiéndolo en un túnel.

El **ligamento plantar corto** es un ligamento ancho y resistente que se inserta en el tubérculo anterior sobre la cara inferior del calcáneo y en la parte adyacente del hueso cuboides (véase [fig. 11-53](#)).

Membrana sinovial

La membrana sinovial cubre la cápsula.

Movimientos en las articulaciones subtalar, talocalcaneonavicular y calcaneocuboidea

Las articulaciones talocalcaneonavicular y calcaneocuboidea se conocen en conjunto como **articulaciones mediotarsianas** o **transversa del tarso**.

Los movimientos más relevantes de inversión y eversión del pie tienen lugar en las articulaciones subtalar y transversa del tarso. La **inversión** es el movimiento del pie de modo que la planta mira medialmente, mientras que la **eversión** es el movimiento opuesto del pie, de modo que la planta mira lateralmente. El movimiento de inversión es más amplio que el de eversión.

El tibial anterior, el extensor largo del dedo gordo y los tendones mediales del extensor largo de los dedos realizan la inversión; el tibial posterior también ayuda.

Los músculos fibulares largo, corto y tercero realizan la eversión; los tendones laterales del extensor largo de los dedos también ayudan.

Articulación cuneonavicular

La articulación cuneonavicular es aquella entre el hueso navicular y los tres huesos cuneiformes. Se trata de una articulación deslizante plana. Los **ligamentos dorsal** y **plantar** fortalecen la cápsula. La cavidad articular es continua con las articulaciones intercuneiformes y cuneocuboidea y también con las articulaciones cuneometatarsianas e intermetatarsianas, entre las bases de los huesos segundo y tercero y tercero y cuarto metatarsianos.

Articulación cuboideonavicular

La articulación cuboideonavicular suele ser una articulación fibrosa, con los dos huesos conectados por los ligamentos dorsal, plantar e interóseo.

Articulaciones intercuneiformes y cuneocuboidea

Las articulaciones intercuneiformes y cuneocuboidea son de tipo plano. Sus cavidades articulares son continuas con la de la articulación cuneonavicular. Los ligamentos dorsal, plantar e interóseo conectan los huesos.

Articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas

Las articulaciones tarsometatarsianas e intermetatarsianas son articulaciones sinoviales de variedad plana. Los ligamentos dorsal, plantar e interóseo conectan los huesos. La articulación tarsometatarsiana del dedo gordo tiene una cavidad articular separada.



Notas clínicas

Articulación metatarsofalángica del dedo gordo

El **juanete** (*hallux valgus*), una desviación lateral del dedo gordo del pie en la articulación metatarsofalángica, es una alteración frecuente. Su incidencia es mayor en mujeres que en hombres, y se asocia con zapatos mal ajustados. A menudo, se acompaña de un primer metatarsiano corto. Una vez que se establece la deformidad, empeora progresivamente por el estiramiento de los músculos flexor largo del dedo gordo y extensor largo y del dedo gordo. Después, se producen cambios artrósicos en la articulación metatarsofalángica, que entonces se vuelve rígida y dolorosa; este trastorno se conoce como **artrosis** o **rigidez del dedo gordo**.

Articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas

Las articulaciones metatarsofalángicas e interfalángicas se parecen mucho a las de la mano. Los ligamentos transversos profundos conectan las articulaciones de los cinco dedos.

Los movimientos de abducción y aducción de los dedos, realizados por los músculos interóseos, son mínimos y tienen lugar desde la **línea media del segundo dedo** y no desde el tercero, como ocurre en la mano.

EL PIE COMO UNIDAD FUNCIONAL

El pie tiene dos funciones importantes: sostener el peso corporal y servir como palanca para impulsar el cuerpo hacia adelante al caminar y correr. Si el pie tuviera un solo hueso fuerte en lugar de una serie de huesos pequeños, podría sostener el peso corporal y servir como una palanca rígida para la propulsión hacia adelante (fig. 11-65). Sin embargo, con esta organización, el pie no podría adaptarse a superficies desiguales, y la acción de propulsión hacia adelante dependería completamente de las actividades de los músculos gastrocnemio y sóleo. Dado que la palanca está segmentada con múltiples articulaciones, el pie es flexible y puede adaptarse a superficies desiguales. Además, los músculos flexores largos y los músculos pequeños del pie pueden ejercer su acción sobre los huesos de la parte anterior y los dedos de los pies (es decir, el punto de despegue del pie) y ayudar en gran medida a la acción propulsiva hacia adelante de los músculos gastrocnemio y sóleo.

Arcos

Una estructura segmentada puede sostener peso solo si se construye en forma de arco. El pie tiene tres arcos de este tipo, que están presentes al nacer: los **arcos longitudinal medial**, **longitudinal lateral** y **transverso** (fig. 11-66). En el niño pequeño, el pie parece estar plano debido a la presencia de una gran cantidad de grasa subcutánea en la planta del pie.

Cuando se examina la huella de un pie mojado en el suelo hecho por la persona en posición vertical, se observa que el talón, el borde lateral del pie, la

almohadilla inferior a las cabezas de los metatarsianos y las almohadillas de las falanges distales están en contacto con el suelo (véanse [figs. 11-65](#) y [11-66](#)). El borde medial del pie, desde el talón hasta la primera cabeza del primer metatarsiano, se arquea sobre el suelo debido al importante arco longitudinal medial. La presión ejercida sobre el suelo por el borde lateral del pie es mayor en el talón y en la cabeza del quinto metatarsiano y menor en medio de estas áreas debido a la presencia del arco longitudinal lateral inferior. El arco transversal incluye las bases de los cinco metatarsianos y los huesos cuboides y cuneiformes. De hecho, esto es solo la mitad de un arco, con su base en el borde lateral del pie y su vértice en el borde medial del pie. El pie se ha comparado con una media cúpula, de manera que cuando los bordes medios de los dos pies se colocan juntos, se forma una cúpula completa. De este modo, el peso corporal en reposo se distribuye por todo el pie a través del talón posteriormente y a través de seis puntos de contacto con el suelo anteriormente: los dos huesos sesamoideos inferiores a la cabeza del primer metatarsiano y las cabezas de los cuatro metatarsianos restantes.



Figura 11-65 El pie como una palanca simple (A) y como una palanca segmentada (B). También se muestran huellas en el suelo de un pie normal y un pie plano.

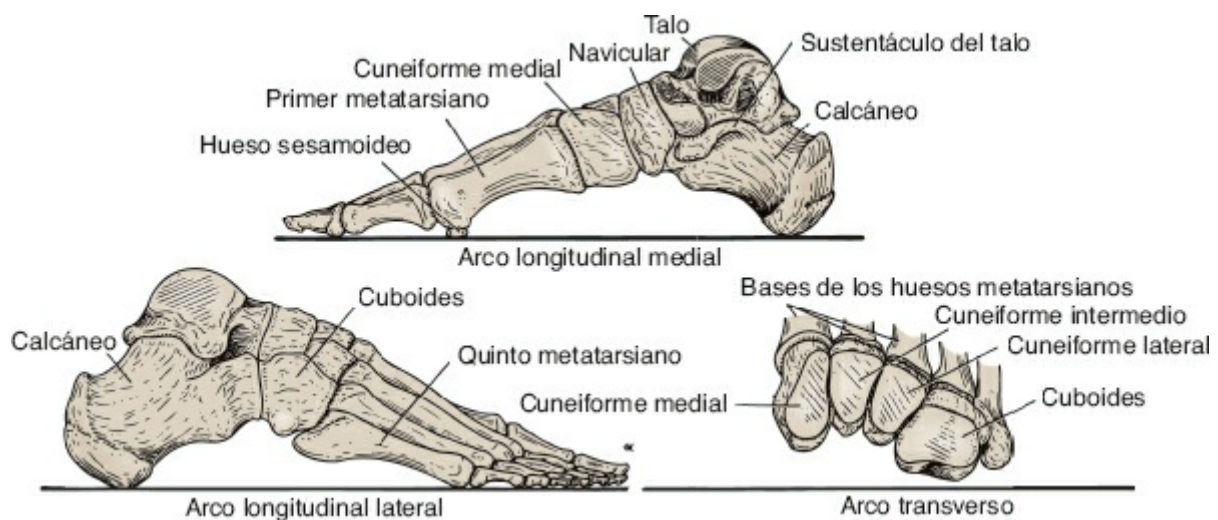


Figura 11-66 Huesos que forman los arcos longitudinal medio, longitudinal lateral y transverso del pie derecho.

Arcos óseos

En la exploración de un pie articulado o una radiografía lateral del pie pueden observarse los huesos que forman los arcos (véase [fig. 11-66](#)).

- **Arco longitudinal medial.** Está formado por el calcáneo, el talo, el hueso navicular, los tres huesos cuneiformes y los tres primeros huesos metatarsianos.
- **Arco longitudinal lateral.** Está formado por el calcáneo, el cuboides y los huesos metatarsianos cuarto y quinto.
- **Arco transverso.** Está formado por las bases de los huesos metatarsianos y el cuboides y los tres huesos cuneiformes.

Mecanismos de apoyo de los arcos

Los siguientes métodos de ingeniería son la base del soporte de un puente de piedra y ayudan a explicar los métodos utilizados para sostener los arcos de los pies ([fig. 11-67](#)):

- **Forma de las piedras.** La manera más eficaz de sostener el arco es hacer que las piedras tengan forma de cuña, con el borde delgado de esta en posición inferior. Esto se aplica particularmente a la piedra importante que ocupa el centro del arco y se conoce como ***piedra angular***.
- **Bordes inferiores de piedras unidas entre sí.** Se logra acoplado con precisión las piedras o uniéndolas con grapas metálicas. Este método contrarresta eficazmente la tendencia de los bordes inferiores de las piedras a separarse cuando el arco sostiene peso.
- **Uso de vigas de amarre.** Cuando el tramo del puente es grande y los cimientos en ambos extremos son inseguros, una viga de unión que conecte los extremos evita eficazmente la separación de los pilares y la consiguiente flexión del arco.
- **Puente colgante.** Aquí, el mantenimiento del arco depende de múltiples

soportes que suspenden el arco por encima un cable por encima del nivel del puente.

Mantenimiento del arco longitudinal medial

- **Forma de las piedras.** El sustentáculo del talo sostiene el talo; la cara proximal cóncava del hueso navicular recibe la cabeza redondeada del talo; la ligera concavidad de la cara proximal del hueso cuneiforme medial recibe el navicular. La cabeza redondeada del talo es la piedra angular en el centro del arco.
- Los **bordes inferiores de los huesos se unen entre sí** a través de los ligamentos plantares, que son más grandes y más resistentes que los ligamentos dorsales. El ligamento más relevante es el calcaneonavicular plantar. Las extensiones tendinosas de la inserción del músculo tibial posterior desempeñan un papel importante en este sentido.
- La **unión de los extremos del arco (vigas de amarre)** depende de la aponeurosis plantar, la porción media del flexor breve de los dedos, el abductor del dedo gordo, el flexor largo del dedo gordo, la porción media del flexor largo de los dedos y el flexor breve del dedo gordo.
- El **punto colgante** es el formado por los tibiales anterior y posterior y el ligamento medial del tobillo.

Mantenimiento lateral del arco longitudinal

- **Forma de las piedras.** La mínima forma del extremo distal del calcáneo y el extremo proximal del cuboides. El cuboides es la piedra angular.
- Los **bordes inferiores de los huesos se unen entre sí** a través de los ligamentos plantares largos y cortos, así como los orígenes de los músculos cortos de la porción delantera del pie.
- La **unión los extremos del arco (vigas de amarre)** depende de la aponeurosis plantar, el abductor del quinto dedo y la parte lateral de los flexores largo y corto de los dedos.
- El **punto colgante** es el formado por los fibulares largo y corto.

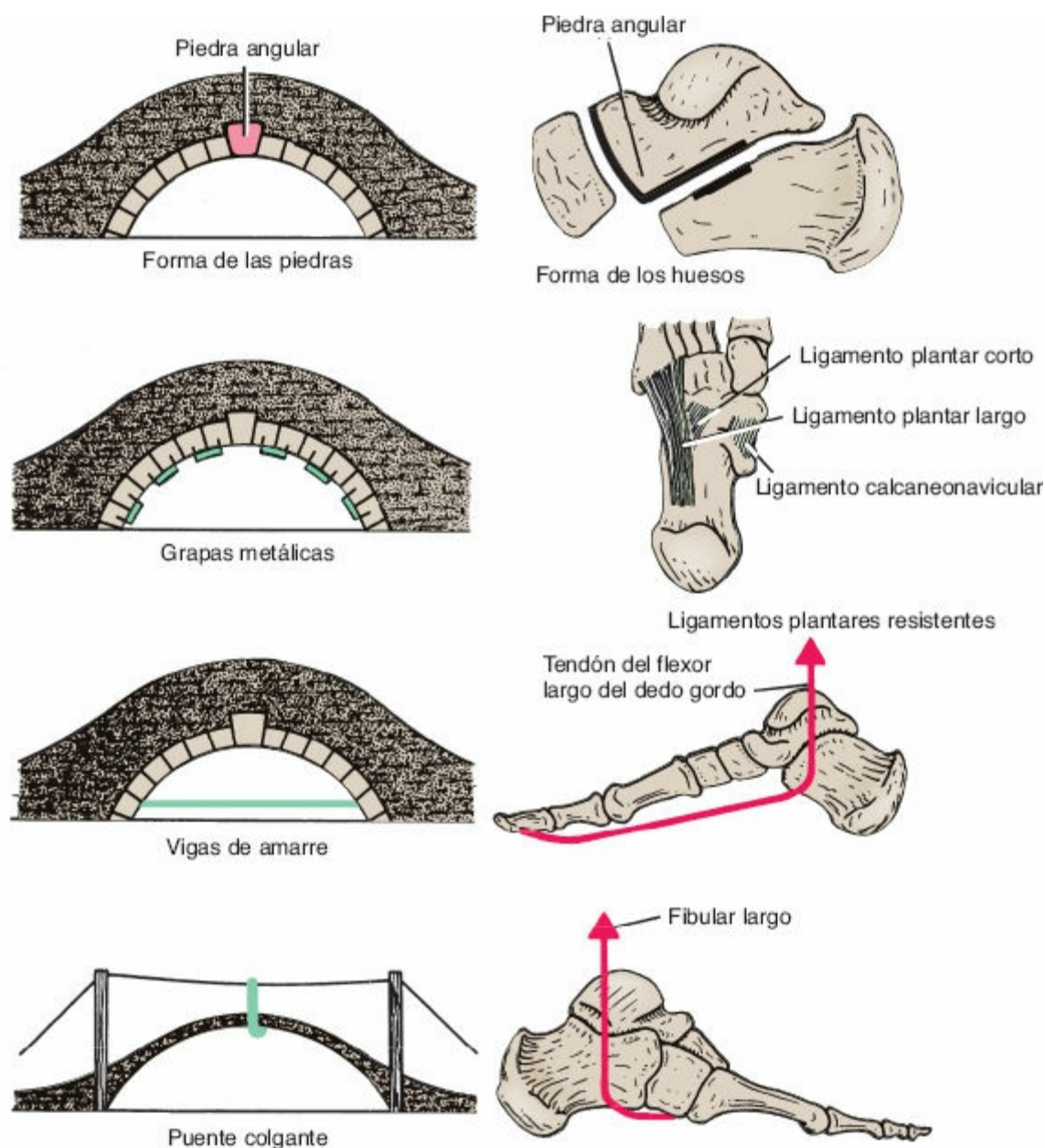


Figura 11-67 Diferentes métodos por los cuales pueden sostenerse los arcos del pie.

Mantenimiento del arco transversal

- **Forma de las piedras.** La marcada forma de cuña de los huesos cuneiformes y las bases de los huesos metatarsianos (véase [fig. 11-66](#)).
- Los **bordes inferiores de los huesos se unen entre sí** a través de los ligamentos transversos profundos, los resistentes ligamentos plantares y los orígenes de los músculos plantares desde la parte delantera del pie; los interóseos dorsales y la cabeza transversa del aductor del dedo gordo son particularmente importantes en este sentido.
- La **unión de los extremos del arco** depende del tendón del fibular corto.
- El **punto colgante** está formado por el tendón de los fibulares largo y corto.

La forma de los huesos, los fuertes ligamentos y el tono muscular mantienen los arcos de los pies. ¿Cuál de estos factores es el más importante? Pruebas

musculares activas demostraron que el tibial anterior, el fibular largo y los músculos pequeños del pie no desempeñan un papel importante en el sostén estático normal de los arcos. En general, están totalmente inactivos. Sin embargo, todos estos músculos se activan al caminar y correr. Permanecer inmóvil durante mucho tiempo, especialmente si la persona tiene sobrepeso, ejerce una presión excesiva sobre los huesos y los ligamentos de los pies y produce arcos caídos o pies planos. Las personas que permanecen de pie durante largos períodos pueden mantener sus arcos siempre que reciban un entrenamiento físico adecuado para desarrollar su tono muscular.

Acción de propulsión del pie

Cuando alguien está de pie inmóvil, el peso corporal se distribuye a través del talón posteriormente y las cabezas de los huesos metatarsianos anteriormente (incluidos los dos huesos sesamoideos inferiores a la cabeza del primer metatarsiano).

Marcha

A medida que el peso corporal se desplaza anteriormente, el peso se sostiene sucesivamente en el borde lateral del pie y en las cabezas de los huesos metatarsianos. Conforme el talón se eleva, los dedos de los pies se extienden en las articulaciones metatarsofalángicas, y la aponeurosis plantar es traccionada, acortando así las vigas de unión y aumentando los arcos longitudinales. Se produce un “aflojamiento” de los tendones flexores largos, lo que aumenta su eficiencia. El cuerpo es proyectado hacia adelante por las acciones del gastrocnemio y el sóleo (y plantares) en el tobillo, utilizando el pie como palanca; asimismo, los dedos del pie son fuertemente flexionados por los flexores largos y cortos del pie, lo que proporciona el resultado final: impulsar hacia adelante. Los músculos lumbricales e interóseos se contraen y mantienen los dedos extendidos para que no se doblen debido a la fuerte acción del flexor largo de los dedos. En esta acción, los tendones flexores largos también ayudan en la flexión plantar del tobillo.

Carrera

Al correr, el peso recae sobre la parte delantera del pie y el talón no toca el suelo. El impulso hacia adelante del cuerpo se logra mediante los mismos mecanismos descritos para caminar (*véase* antes).



Notas clínicas

Problemas clínicos asociados con los arcos del pie

El arco medial longitudinal es el más grande y clínicamente relevante de los tres arcos. La forma de los huesos, los resistentes ligamentos, especialmente los de la cara plantar del pie, y el tono de los músculos desempeñan un papel importante en el sostén de los arcos. Este último aspecto es

especialmente importante para el sostén del arco en el pie activo. Cuando hay fatiga muscular por ejercicio intenso (p. ej., una caminata larga), por permanecer de pie durante largos periodos (p. ej., camareros o enfermeros), por sobrepeso o por enfermedad, cede el sostén muscular, los ligamentos se distienden y aparece dolor.

El **pie plano** es una alteración caracterizada por el colapso del arco longitudinal medial, que provoca un desplazamiento lateral y desvío del antepié. La cabeza del talo ya no recibe sostén, y el peso corporal la desplaza inferomedialmente entre el calcáneo y el hueso navicular. Cuando la deformidad se alarga en el tiempo, los ligamentos plantares, calcaneonaviculares y mediales de la articulación del tobillo se distienden permanentemente y los huesos cambian de forma. Los músculos y tendones también se distienden de manera permanente. El pie plano puede ser congénito o adquirido.

El **pie cavo (en garra)** es una alteración en la que el arco longitudinal medial es excesivamente alto. La mayoría de las veces se debe a un desequilibrio muscular, en muchos casos como resultado de la poliomielitis.

Bolsas y bursitis de los miembros inferiores

En el miembro inferior, diversas bolsas ayudan a reducir la fricción en ubicaciones donde piel, tendones, ligamentos o músculos se someten a una fricción repetida con los puntos óseos.

Un traumatismo agudo o crónico, una enfermedad por depósito de cristales (seudogota), una infección puede originar la denominada **bursitis**, o inflamación de una bolsa. La bolsa inflamada, que también puede originarse por la afectación de una articulación adyacente con la que se comunica, se distiende con cantidades excesivas de líquido. Las bolsas más propensas a inflamarse son la bolsa sobre la tuberosidad isquiática; la del trocánter mayor; las prepatelares e infrapatelares superficiales; la ubicada entre los tendones de inserción de los músculos sartorio, grácil y semitendinosos en la cara proximal medial de la tibia; y la bolsa entre el tendón calcáneo y la parte superior del calcáneo (tobillo de corredor de larga distancia).

Dos bolsas importantes se comunican con la articulación de la rodilla y pueden distenderse si se acumulan cantidades excesivas de líquido sinovial dentro de la articulación. La bolsa suprapatelar se extiende proximalmente tres dedos por encima de la patela, por debajo del músculo cuádriceps femoral. La bolsa, que está asociada con la inserción del músculo semimembranoso, puede aumentar de tamaño en pacientes con artrosis de la rodilla.

Las bolsas anatómicas descritas no deben confundirse con **bolsas adventicias**, que se desarrollan en respuesta a una fricción excesiva y anómala. Por ejemplo, a veces se desarrolla una bolsa subcutánea sobre el tendón calcáneo debido a zapatos mal ajustados. Un **juanete** es una bolsa adventicia localizada sobre el lado medial de la cabeza del primer hueso metatarsiano.



Notas embriológicas

Desarrollo del miembro inferior

Los esbozos de los miembros aparecen durante la sexta semana de desarrollo como consecuencia de una proliferación localizada del mesénquima somatopleural. Esto hace que el ectodermo suprayacente protruya del tronco como dos pares de paletas aplanadas. Los esbozos de las piernas se desarrollan después de los de los brazos y surgen al nivel de los cuatro segmentos lumbares inferiores y los tres sacros superiores.

Los esbozos aplanados de los miembros tienen un **borde preaxial** cefálico y un **borde postaxial** caudal. A medida que los esbozos de los miembros se alargan, los ramos anteriores del segundo lumbar a través de los primeros nervios sacros inervan el mesénquima a lo largo del borde preaxial, y los nervios sacros primero a tercero inervan el del borde postaxial. A continuación, las masas mesenquimáticas se dividen en grupos anterior y posterior, y los troncos nerviosos que entran en la base de cada miembro también se separan en divisiones anterior y posterior. Conforme avanza el desarrollo y los miembros se alargan progresivamente, su unión al tronco se mueve caudalmente. Al mismo tiempo, el mesénquima dentro de los miembros se diferencia en músculos individuales que migran hacia el interior de cada miembro. Como consecuencia de estos dos factores, los ramos anteriores de los nervios espinales se organizan cerca de la base del miembro en el complejo plexo

lumbosacro.

Es interesante observar que el patrón dermatómico del miembro inferior es más complejo que el del miembro superior (véase [cap. 1](#)). Ello puede explicarse embriológicamente dado que, durante el desarrollo fetal, el esbozo del miembro inferior sufre una rotación medial a medida que crece desde el tronco. Esto determina la ubicación final del dedo gordo en la cara medial del pie, así como explica el patrón en espiral de los dermatomas.

Ectromelia

La ectromelia consiste en la ausencia parcial de un miembro inferior ([fig. 11-68](#)). La alteración concreta en el miembro superior se describe en el [capítulo 3](#).

Dislocación congénita de cadera

La dislocación congénita de la cadera es 10 veces más frecuente en mujeres que en los hombres y es particularmente habitual en el norte de Italia ([fig. 11-69](#)). Se han sugerido tres causas posibles:

- **Laxitud articular generalizada.** La laxitud excesiva de los ligamentos de la articulación de la cadera puede predisponer a esta afección.
- **Posición de nalgas.** La cadera flexionada y las rodillas extendidas de la posición de nalgas pueden alterar la presión normal de la cabeza del fémur sobre el acetábulo, y esto puede hacer que la parte superior del acetábulo no se desarrolle adecuadamente.
- **Acetábulo poco profundo.** En un acetábulo poco desarrollado, el labio superior no ofrece el espacio suficiente donde se pueda alojar la cabeza del fémur. El acetábulo poco profundo tiende a ser hereditario.



Figura 11-68 Ectromelia (cortesía de: G. Avery).



Figura 11-69 Radiografía de una dislocación congénita bilateral de la cadera que muestra la mala colocación de las cabezas del fémur en las fosas del acetábulo, poco profundas (cortesía de: J. Adams).

La dislocación congénita de la cadera debe diagnosticarse al nacer y tratarse mediante la colocación de una férula en la posición de abducción.

Hiperextensión de la rodilla

La hiperextensión de la articulación de la rodilla (*genu recurvatum*) se observa en bebés nacidos con una presentación de nalgas con las piernas extendidas. No se requiere tratamiento, porque las piernas retoman su posición normal en unas pocas semanas.

Deformación del pie

El **pie zambo** se debe a menudo a una posición anómala o movimientos restringidos del feto en el útero. Un pequeño número de casos pueden deberse a parálisis muscular asociada con espina bífida. Los diferentes tipos de deformación se nombran según la posición del pie. El **pie zambo calcaneovalgo** es una forma de pie zambo en la que el pie está en flexión dorsal en la articulación del tobillo y evertido en las articulaciones mediotarsianas. En el **pie zambo equinovaro**, el pie está en flexión plantar en la articulación del tobillo e invertido en las articulaciones mediotarsianas ([fig. 11-70](#)). Los trastornos pueden ser unilaterales o bilaterales, y requieren tratamiento ortopédico.



Figura 11-70 Pie equinovaro (cortesía de: J. Adams).

Metatarso varo

El metatarso varo es una alteración frecuente en la que el antepié se aduce en la parte posterior del pie. Puede corregirse mediante manipulación seguida de férula.

Dedos superpuestos

En los dedos superpuestos normalmente están implicados los dedos cuarto y quinto. El cuarto dedo del pie está deprimido y superpuesto por el quinto dedo del pie. Puede corregirse mediante la aplicación de férulas.

Clinodactilia (dedos rizados)

Los dedos rizados se presentan más a menudo en los dedos cuarto y quinto; la alteración suele ser hereditaria. El dedo afectado está flexionado por debajo de su adyacente medial. En los casos leves, no hay tratamiento; en los graves, el tendón del flexor largo del dedo debe trasplantarse al tendón extensor.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

La exploración mediante técnicas radiológicas del miembro inferior se enfoca principalmente en las estructuras óseas, porque la mayoría de los músculos, tendones y nervios se fusionan en una masa homogénea. En las [figuras 11-71 a 11-79](#) se muestran ejemplos de radiografías de las diferentes regiones del miembro inferior.

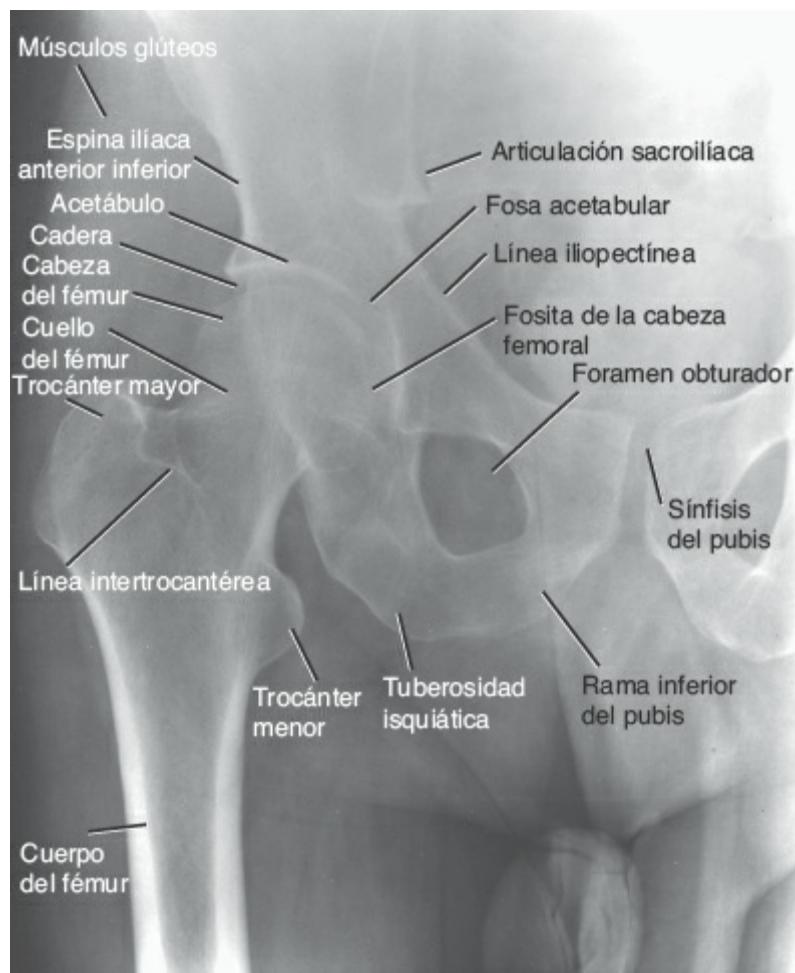


Figura 11-71 Radiografía anteroposterior de la articulación de la cadera. Téngase en cuenta que el borde inferior del cuello del fémur debe formar una curva continua con el borde superior del foramen obturador (**línea de Shenton**).

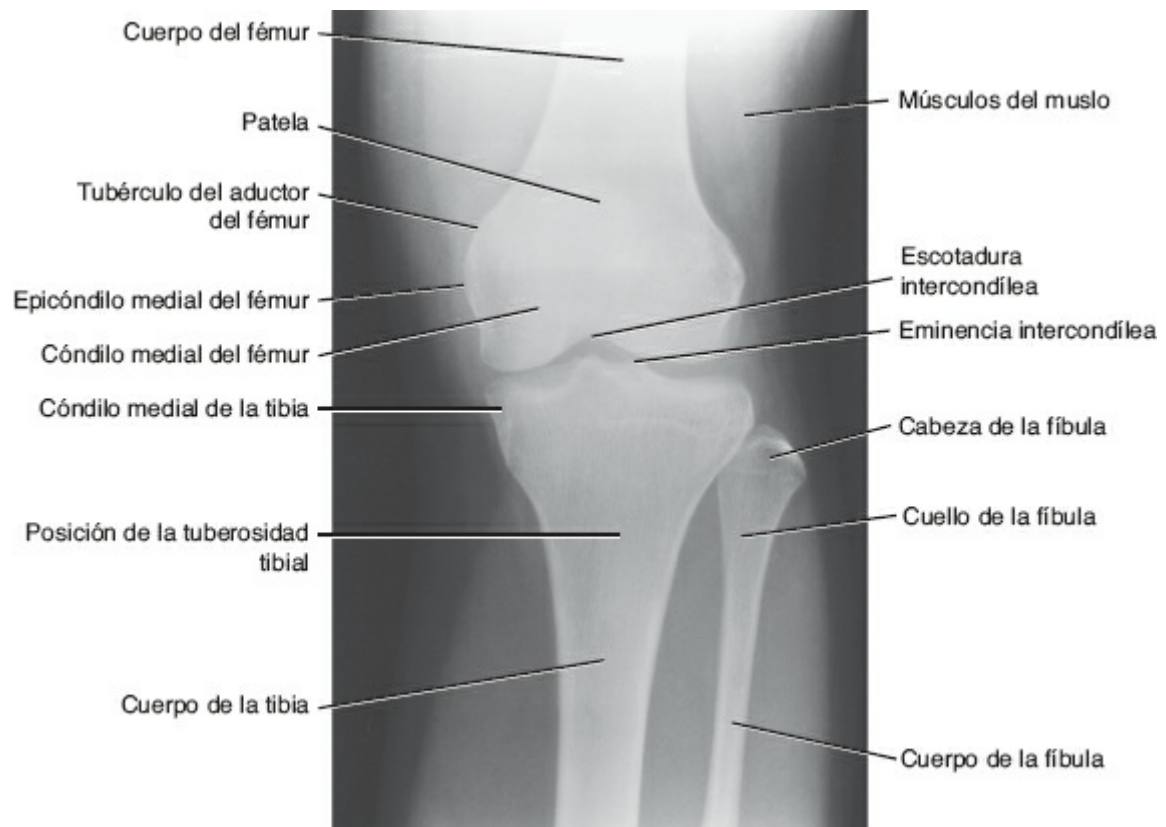


Figura 11-72 Radiografía anteroposterior de la rodilla adulta.



Figura 11-73 Radiografía lateral de la rodilla adulta.

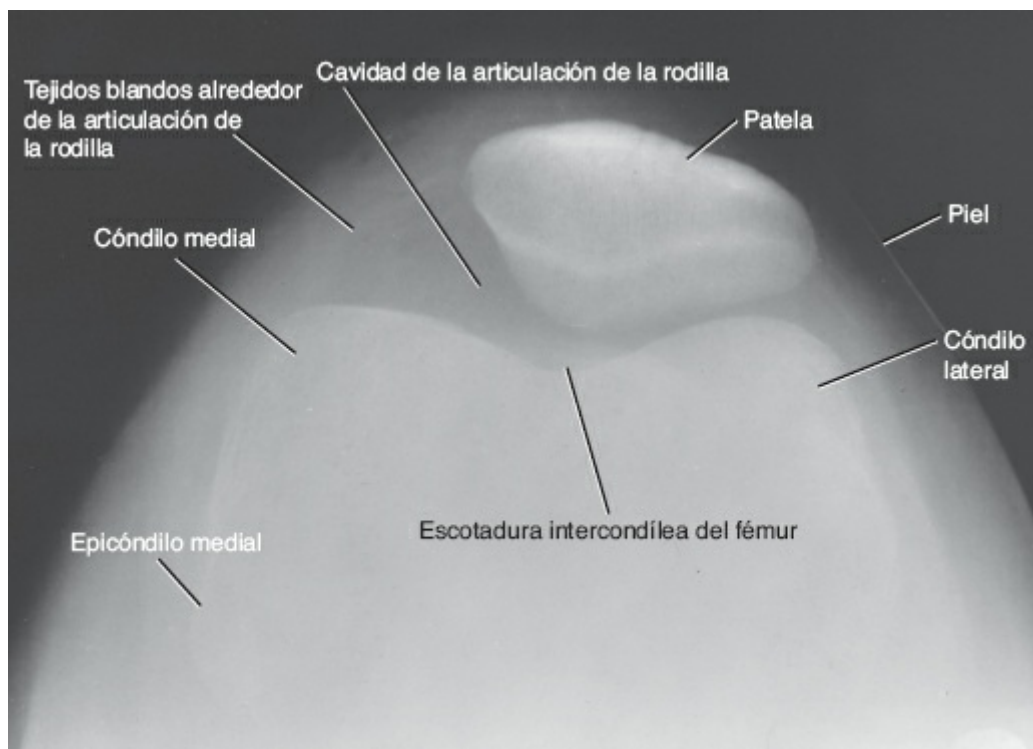


Figura 11-74 Vista tangencial de la patela.

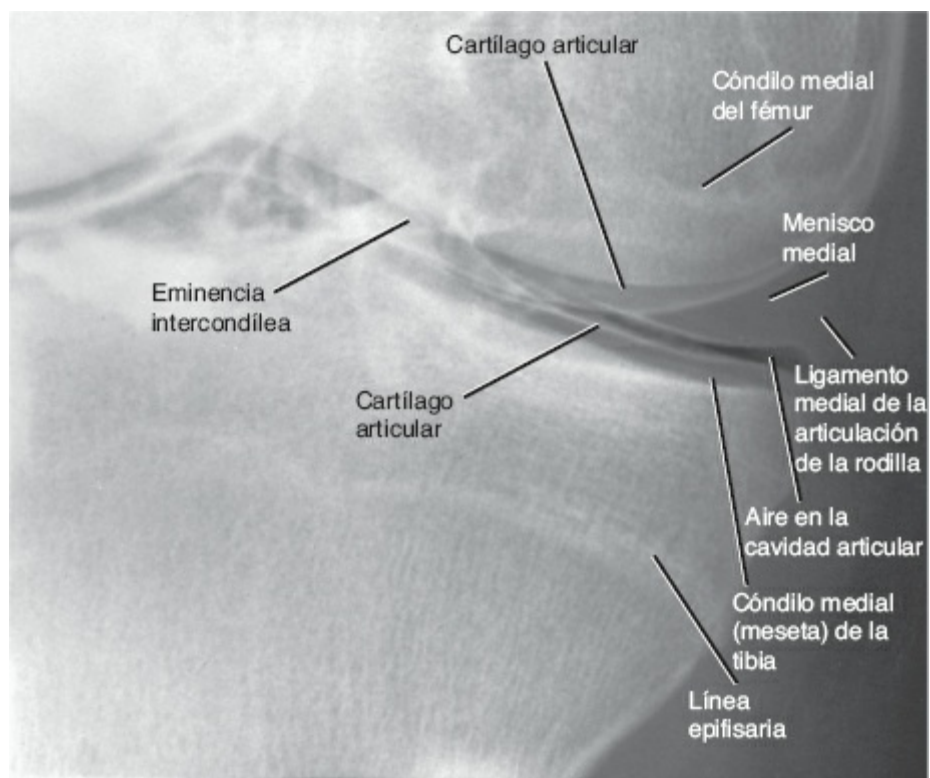


Figura 11-75 Neumoartrografía de la rodilla.

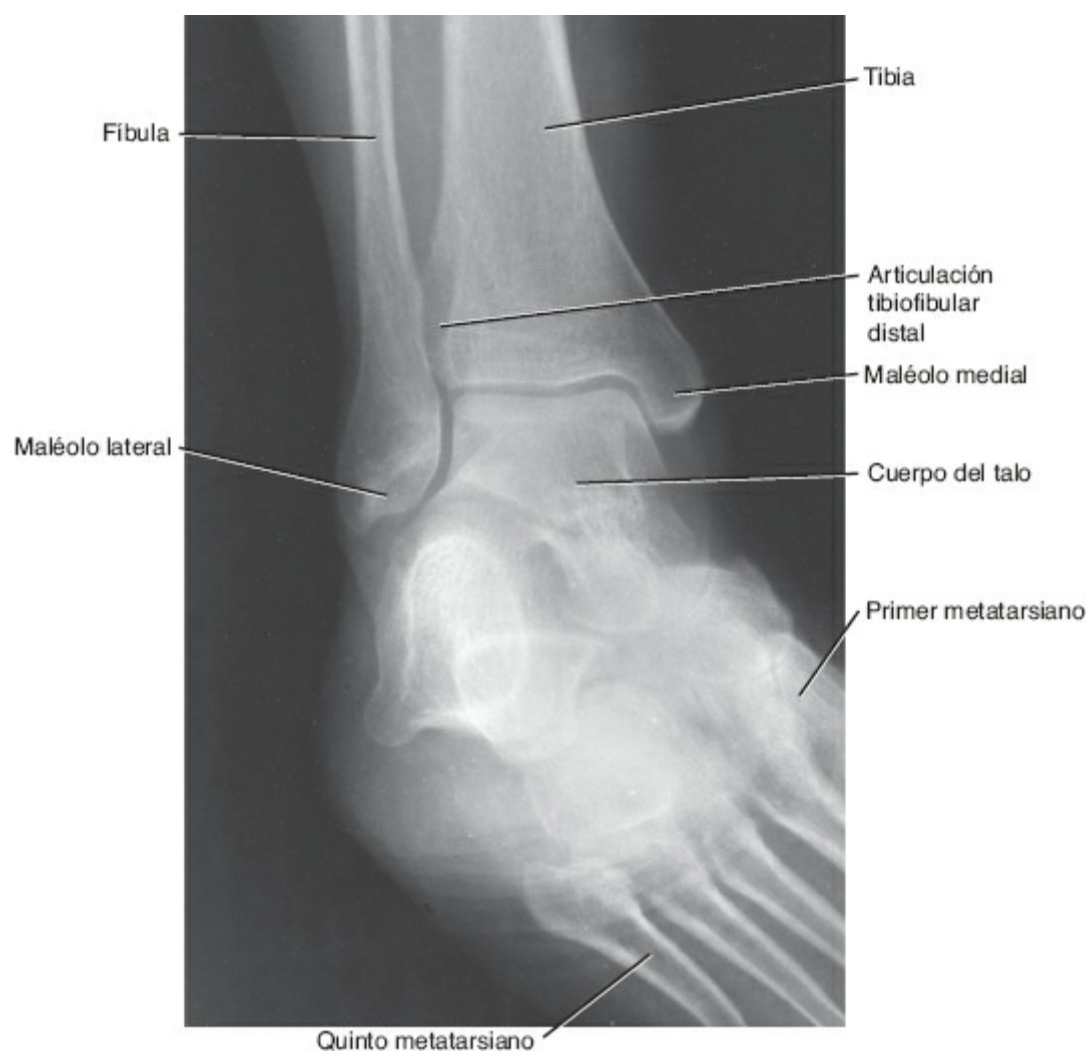


Figura 11-76 Radiografía anteroposterior del tobillo adulto.

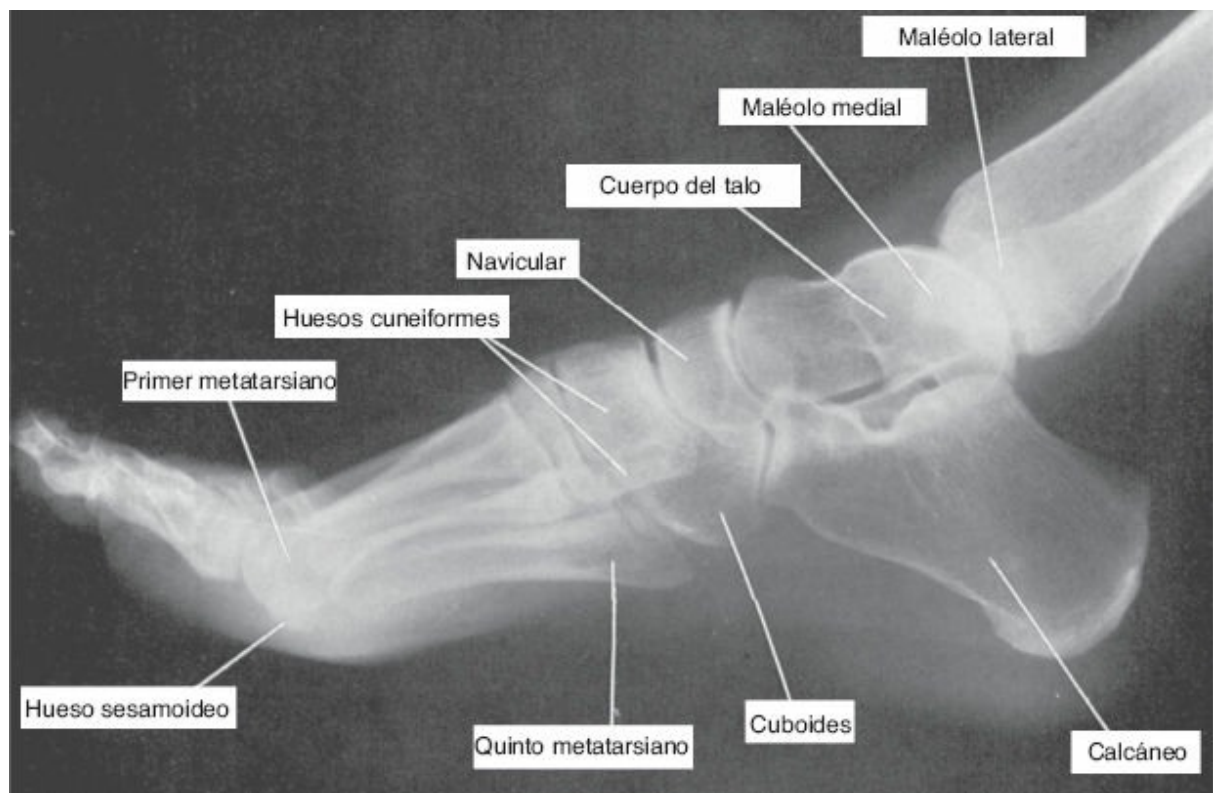


Figura 11-77 Radiografía lateral del tobillo adulto.

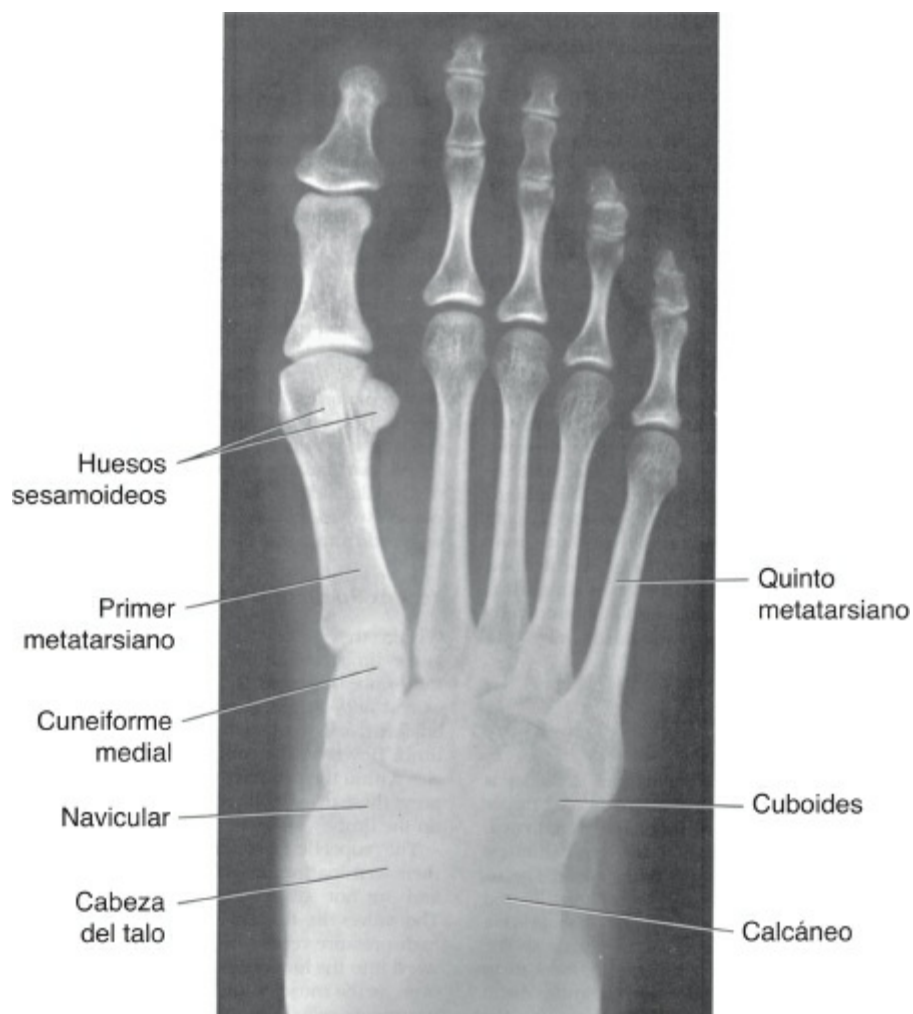


Figura 11-78 Radiografía anteroposterior del pie.



Figura 11-79 Radiografía anteroposterior del pie que muestra las epífisis de las falanges y los huesos metatarsianos (niño de 10 años).

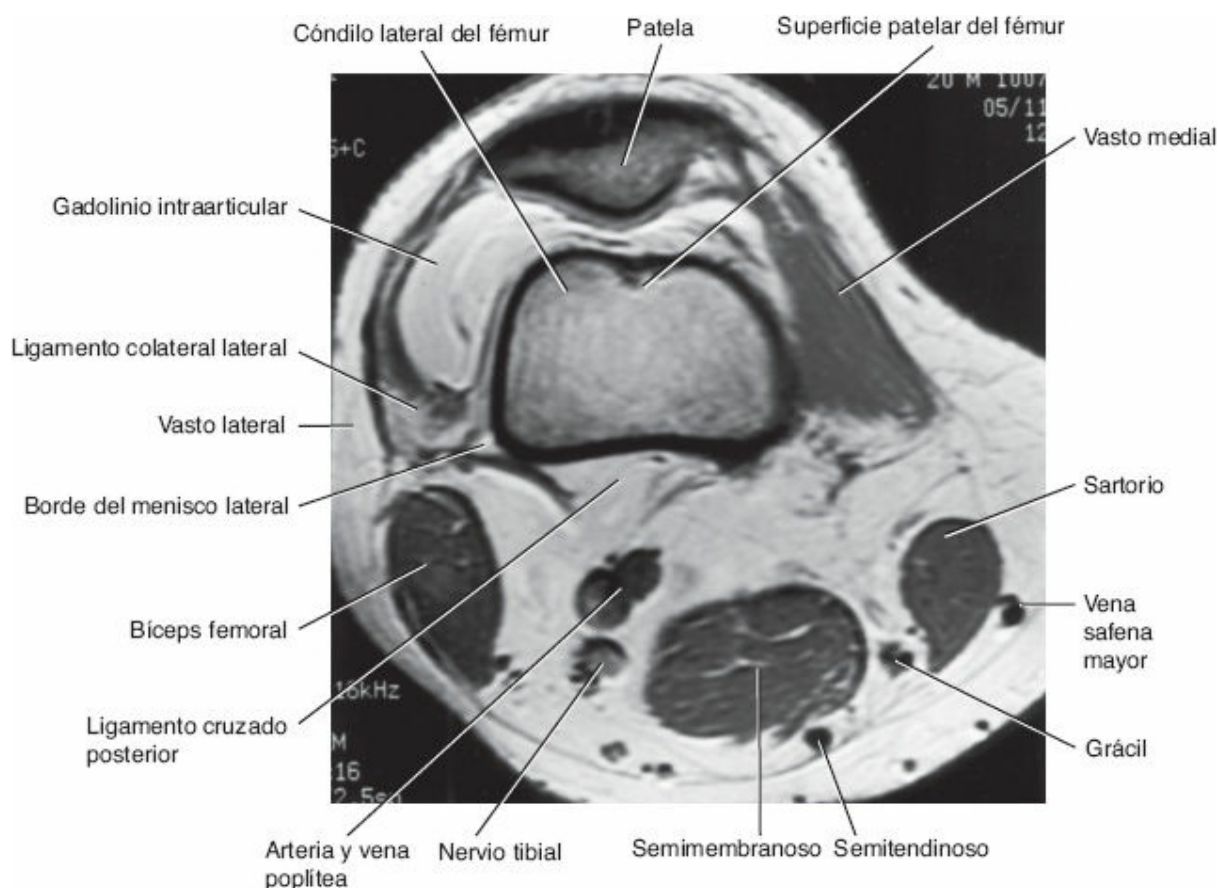


Figura 11-80 Resonancia magnética transversal (axial) de densidad de protones de la rodilla derecha con solución salina de gadolinio intraarticular (vista inferior).

La resonancia magnética del miembro inferior es útil para mostrar tejidos blandos alrededor de los huesos (fig. 11-80).

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Una exploración física adecuada de los miembros inferiores de un paciente requiere un buen conocimiento de la anatomía de superficie de la región. La siguiente información debe ser verificada en el cuerpo vivo.

Región glútea

Las **crestas ilíacas** son fácilmente palpables en toda su longitud (figs. 11-81 y 11-82). Cada cresta termina anteriormente en la **espina ilíaca anterior superior** y posteriormente en la **espina ilíaca posterior superior**; la última se localiza inferior a un hoyuelo de la piel a nivel de la vértebra S2 y la mitad de la articulación sacroilíaca. El **tubérculo ilíaco** es una prominencia que puede notarse en la cara externa de la cresta ilíaca a unos 5 cm por detrás de la espina ilíaca anterior superior.

La **tuberosidad isquiática** puede palparse en la parte inferior de la nalga. En la posición de bipedestación, la tuberosidad está cubierta por el glúteo mayor. En la posición erguida, la tuberosidad isquiática emerge por debajo del borde

inferior del glúteo mayor y sostiene el peso del cuerpo. En esta posición, solo una bolsa y una almohadilla de grasa separan la tuberosidad de la piel.

El **trocánter mayor** del fémur puede palparse en la cara lateral del muslo y se mueve por debajo del dedo examinador a medida que la articulación de la cadera se flexiona o extiende. Obsérvese que, en la articulación de la cadera sana, el borde superior del trocánter mayor se localiza en una línea que conecta la espina iliaca anterior superior con la tuberosidad isquiática.

Los **procesos espinosos del sacro** se fusionan entre sí para formar la **cresta sacra media**. Esta puede palparse bajo la piel por encima del pliegue interglúteo.

La **punta del cóccix** puede palparse bajo de la piel en el pliegue interglúteo, unos 2,5 cm por detrás del ano. La **cara anterior del cóccix** puede palparse con un dedo enguantado a través del canal anal.

El **pliegue de la nalga** es más prominente en la posición erguida. Obsérvese que su borde inferior no se corresponde con el borde inferior del músculo glúteo mayor.

En la nalga, el **nervio ciático** está cubierto por el músculo glúteo mayor. A medida que se curva inferolateralmente, se ubica a medio camino entre la espina iliaca posterior superior y la tuberosidad isquiática y, más inferiormente, a medio camino entre la punta del trocánter mayor y la tuberosidad isquiática.

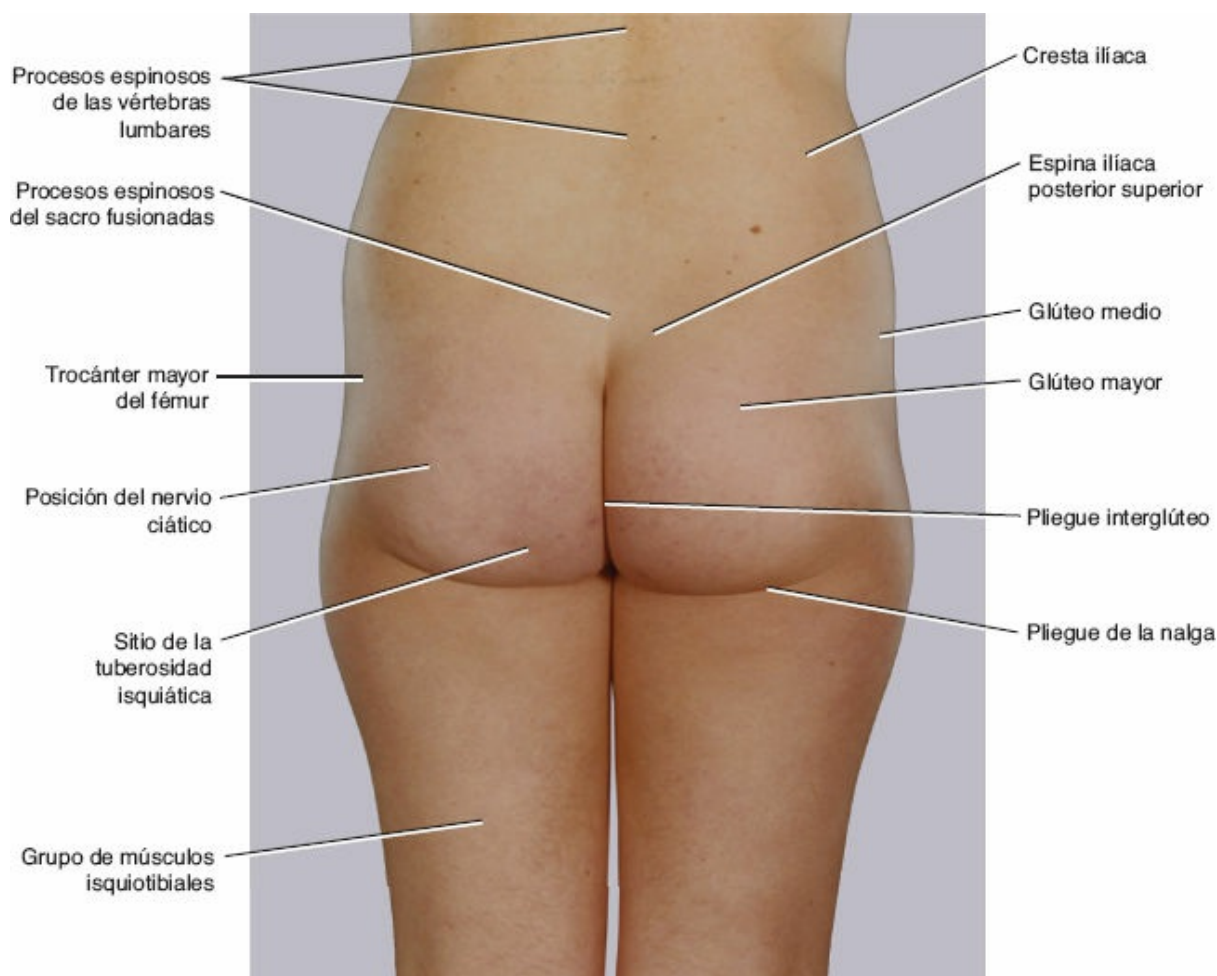


Figura 11-81 Región glútea y cara posterior del muslo de una mujer joven, que muestra las proyecciones superficiales de las principales estructuras subyacentes.

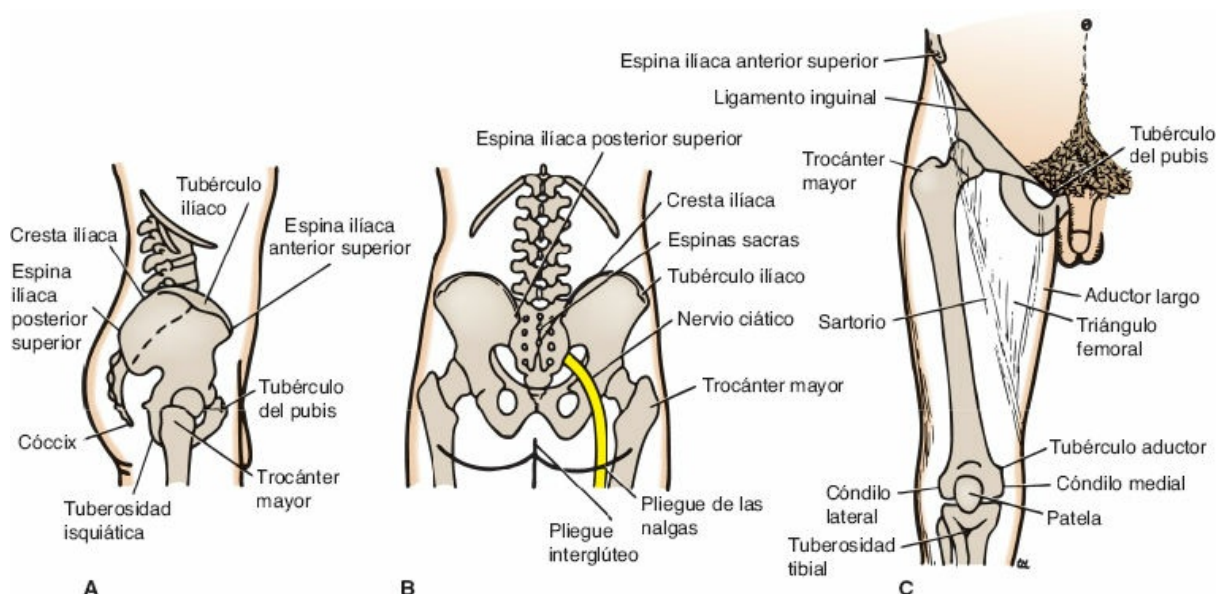


Figura 11-82 Marcas superficiales en la región glútea y en la cara anterior del muslo. A. Vista lateral. B. Vista posterior. C. Vista anterior.

Región inguinal

El **ligamento inguinal** se localiza inferior al pliegue cutáneo en la ingle y es posible palparlo en toda su longitud. Se adhiere lateralmente a la espina iliaca anterior superior y medialmente al tubérculo del pubis (fig. 11-83; véase también fig. 11-82).

La **sínfisis del pubis** es una articulación cartilaginosa que se localiza en la línea media entre los cuerpos de los huesos púbicos. El borde superior de la sínfisis del pubis y los cuerpos de los huesos púbicos pueden palparse en la parte inferior de la pared anterior del abdomen.

El **tubérculo del pubis** puede palparse en el borde superior del pubis. El extremo medial del ligamento inguinal se inserta en esta estructura. En una exploración física en el hombre, el tubérculo del pubis puede palparse fácilmente invaginando el escroto con el dedo. En la mujer, puede palparse a través del borde lateral del labio mayor.

La **cresta púbica** es la cresta ósea de la cara superior del cuerpo del pubis, medial respecto al tubérculo del pubis (véanse figs. 11-1 y 11-2).

Triángulo femoral

El triángulo femoral es una depresión inferior al pliegue de la ingle en la parte superior del muslo (véanse figs. 11-82 y 11-83). En individuos delgados y con un buen desarrollo muscular, es posible identificar los límites del triángulo cuando el muslo se encuentra flexionado, abducido y rotado lateralmente. El ligamento inguinal forma la **base** del triángulo, el borde lateral del músculo

sartorio forma la **pared lateral**, y el borde medial del músculo aductor largo forma la **pared medial**.

El **grupo horizontal de nódulos linfáticos inguinales superficiales** puede palparse en la fascia superficial inmediatamente inferior y paralelo al ligamento inguinal (véase [fig. 11-14](#)).

La **arteria femoral** penetra en el muslo profunda con respecto al ligamento inguinal (véase [fig. 11-24](#)), en el punto medio de una línea que une la sínfisis del pubis con la espina iliaca anterior superior, donde sus pulsaciones se notan fácilmente (véase [fig. 11-83](#)).

La **vena femoral** sale del muslo pasando profunda con respecto al ligamento inguinal, medial a la arteria femoral pulsátil (véase [fig. 11-24](#)).

La abertura inferior del **conducto femoral** se localiza en posición inferolateral con respecto al tubérculo del pubis (véanse [figs. 11-14](#) y [11-24](#)).

El **nervio femoral** entra en el muslo posterior al punto medio del ligamento inguinal, que es lateral a la arteria femoral pulsátil.

La **vena safena mayor** perfora el hiato safeno en la fascia profunda (fascia lata) del muslo y se une a la vena femoral a unos 4 cm inferolateral con respecto al tubérculo del pubis (véanse [figs. 11-14](#) y [11-22](#)).

Canal aductor

El **canal aductor (subsartorial)** se localiza en el tercio medio del muslo, inmediatamente distal al vértice del triángulo femoral (véase [fig. 11-83](#)). Es una hendidura intermuscular localizada profunda con respecto al músculo sartorio y está limitada lateralmente por el músculo vasto medial y, posteriormente, por los músculos aductores largo y mayor. Contiene los vasos femorales y el nervio safeno.

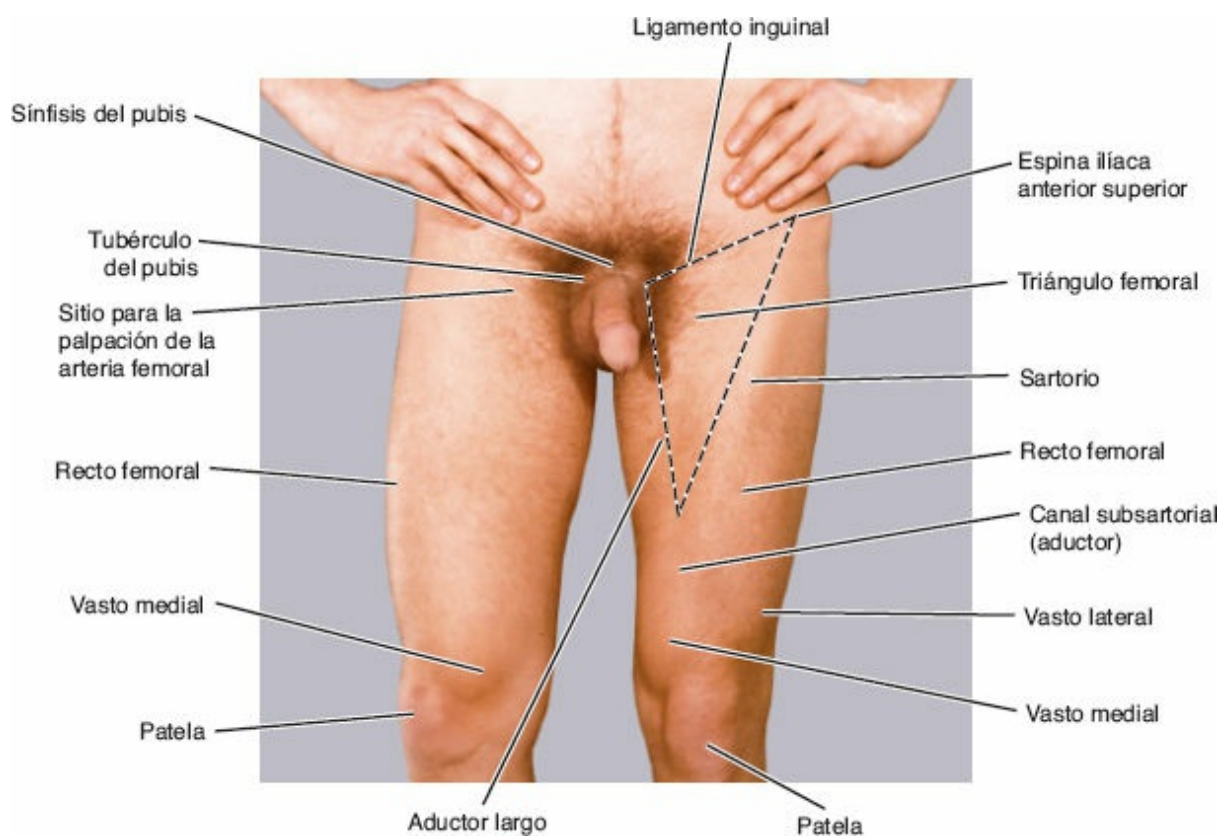


Figura 11-83 Cara anterior del muslo de un joven. Las líneas discontinuas indican los límites del triángulo femoral. La pierna derecha está rotada lateralmente en la articulación de la cadera.

Región de la rodilla

La **patela** y el **ligamento patelar** pueden palparse fácilmente en la cara anterior de la rodilla (fig. 11-84). El ligamento patelar puede seguirse inferiormente hasta su unión a la **tuberosidad tibial**.

Los **cóndilos** del fémur y la tibia pueden reconocerse en los lados de la rodilla, junto con la **línea articular**.

El **ligamento colateral medial**, en forma de banda, y el **ligamento colateral lateral**, redondeado, pueden palparse en los lados de la línea articular; pueden seguirse en dirección superior e inferior hacia sus inserciones óseas. Como los ligamentos cubren la línea articular, esta no puede palparse en las ubicaciones de los ligamentos colaterales.

Los **meniscos** se localizan en el intervalo entre los cóndilos femoral y tibial. Aunque no son reconocibles, los bordes externos de los meniscos medial y lateral pueden palparse en la línea de la articulación entre el ligamento patelar y los ligamentos colaterales medial y lateral, respectivamente.

El tendón del **bíceps femoral** puede notarse como una estructura redondeada en la cara lateral de la rodilla, y puede seguir hasta la cabeza de la fíbula.

El **nervio fibular** puede palparse bajo el dedo examinador en el lado medial del tendón del bíceps femoral, inmediatamente inferior a la cabeza de la fíbula (fig. 11-85). El nervio desciende y discurre anteriormente alrededor de la cara lateral del hueso.

El **tubérculo del aductor del fémur** puede palparse en la cara medial del fémur inmediatamente superior al cóndilo medial; la porción isquiotibial del aductor mayor puede palparse en este punto.

Posterior a la articulación de la rodilla se ubica una depresión cutánea en forma de diamante denominada **fosa poplítea**. Cuando se flexiona la rodilla, la fascia profunda, que cubre la fosa, se relaja y los límites se definen fácilmente. Su parte superior está limitada lateralmente por el tendón del músculo bíceps femoral y medialmente por los tendones de los músculos semi-membranoso y semitendinoso. Su parte inferior está delimitada a cada lado por las cabezas del músculo gastrocnemio.

La **arteria poplítea** puede palparse suavemente en la profundidad de la fosa poplítea, siempre que la fascia profunda esté completamente relajada flexionando de forma pasiva la rodilla.



Figura 11-84 Cara anterior de la rodilla derecha de un hombre joven, que muestra las proyecciones de superficie de las principales estructuras subyacentes.

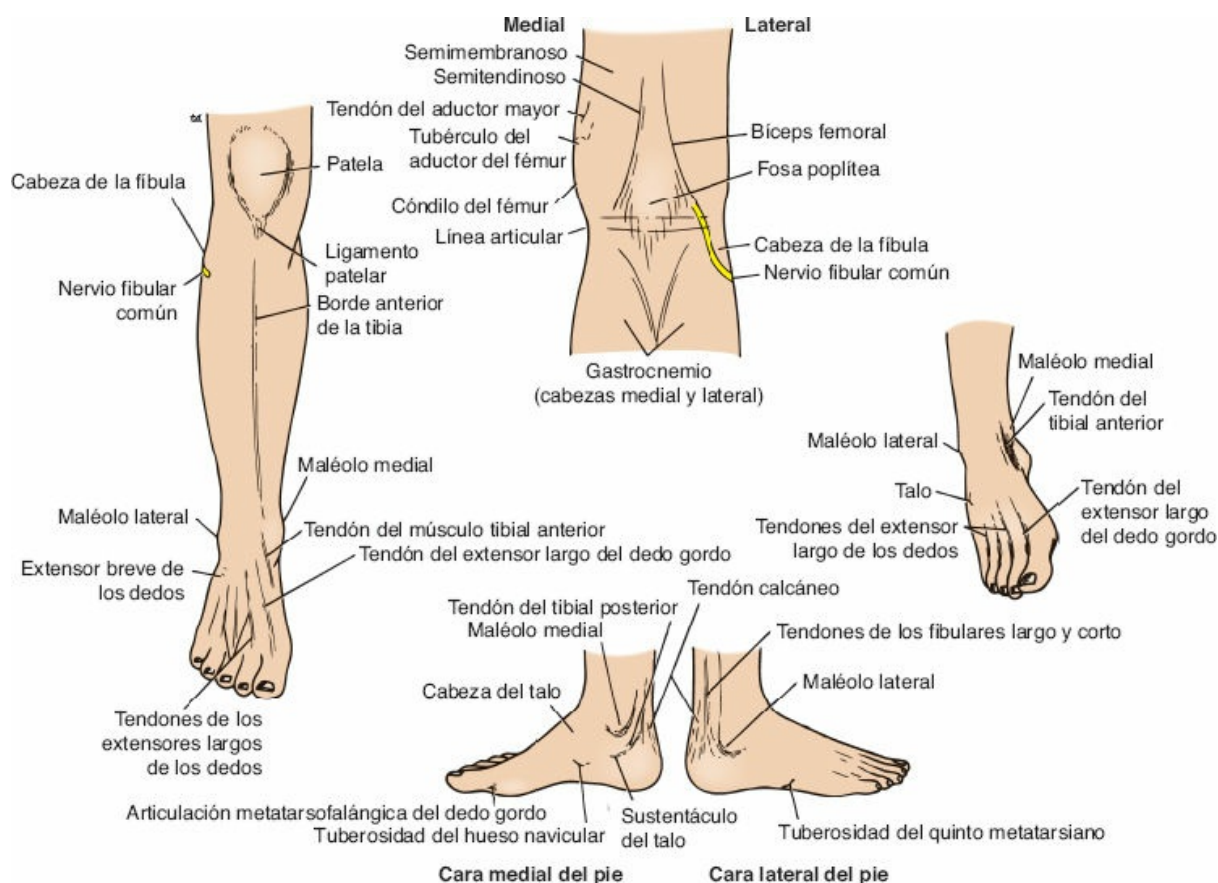


Figura 11-85 Referencias superficiales en la fosa poplíteica, la cara anterior de la pierna y el pie.

Tibia

La cara medial y el borde anterior de la tibia son subcutáneos y pueden notarse en toda su longitud (véanse [figs. 11-84](#) y [11-85](#)).

Región del tobillo y el pie

La fibula es subcutánea en la región del tobillo y puede seguirse inferiormente hasta el **maléolo lateral** ([figs. 11-86](#) y [11-87](#)). La punta del **maléolo medial** de la tibia se localiza a unos 1,3 cm proximal con respecto al nivel de la punta del maléolo lateral ([figs. 11-86](#) y [11-87](#); véase también [fig. 11-85](#)).

Las siguientes estructuras, en el orden mencionado, se localizan en el intervalo por detrás del maléolo medial y la cara medial del calcáneo: **tendón del tibial posterior**, **tendón del flexor largo de los dedos**, **vasos tibiales posteriores**, **nervio tibial posterior** y **tendón del flexor largo del dedo gordo**. Las pulsaciones de la arteria tibial posterior pueden palparse a medio camino entre el maléolo medial y el talón (véase [fig. 11-87B](#)). Los tendones de los **fibulares corto y largo** se ubican posteriores al maléolo lateral (véanse [figs. 11-85](#) a [11-87](#)).

En la cara anterior de la articulación del tobillo, puede observarse el **tendón del tibial anterior** cuando el pie está en flexión dorsal e invertido. El **tendón del extensor largo del dedo gordo** se ubica lateral al mismo, y puede

evidenciarse extendiendo el dedo gordo del pie. Laterales al extensor largo del dedo gordo se localizan los **tendones del extensor largo de los dedos** y el **tercer fibular**. Las pulsaciones de la **arteria dorsal del pie** pueden palparse entre los tendones del extensor largo del dedo gordo y el extensor largo de los dedos, a medio camino entre los dos maléolos en la cara frontal del tobillo.

En la cara posterior del tobillo, el **calcáneo** forma la prominencia del talón. Superior al talón, se ubica el **tendón calcáneo (de Aquiles)**.

En el dorso del pie, la **cabeza del talo** puede palparse inmediatamente anterior al maléolo. Los **tendones del extensor largo de los dedos** y el **extensor largo del dedo gordo** pueden hacerse prominentes mediante la flexión dorsal de los dedos de los pies.

El **arco venoso dorsal** puede observarse en la cara dorsal del pie proximal a los dedos del pie (véanse [figs. 11-22](#), [11-86](#) y [11-87](#)). La **vena safena mayor** sale de la parte medial del plexo y discurre superiormente por encima del maléolo medial. La **vena safena menor** drena la parte lateral del plexo y pasa posterior al maléolo lateral.

En la cara lateral del pie, el **tendón del fibular corto** avanza hacia su inserción en la **tuberosidad de la base del quinto hueso metatarsiano**. Por debajo, el **tendón del fibular largo** discurre anteriormente para entrar en el surco de la cara inferior del hueso cuboides.



Figura 11-86 Cara lateral (A) y medial (B) del tobillo derecho de una mujer joven que muestra las proyecciones superficiales de las estructuras subyacentes principales.

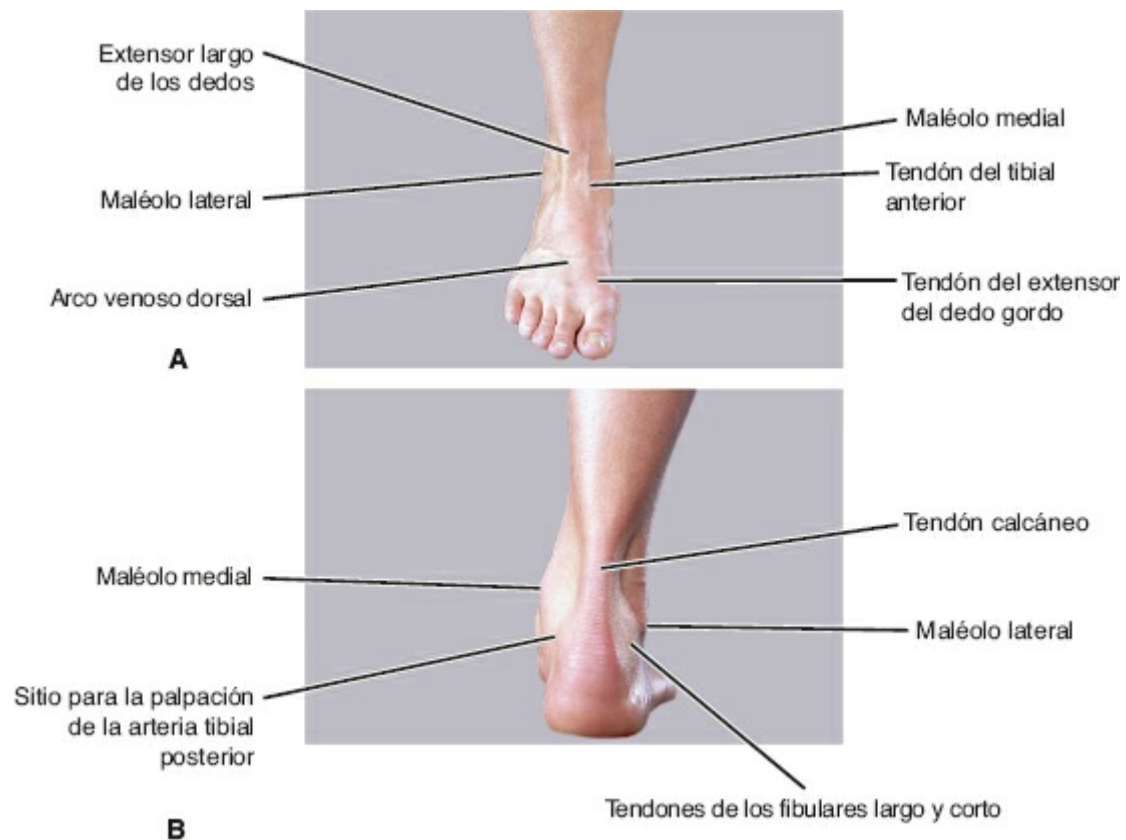


Figura 11-87 Cara anterior (A) y posterior (B) del pie derecho y el tobillo de una mujer joven que muestra las proyecciones superficiales de las estructuras subyacentes principales.

En la cara medial del pie, el **sustentáculo del talo** puede palparse unos 2,5 cm inferior a la punta del maléolo interno (véase [fig. 11-86](#)). El **tendón del tibial posterior** se localiza inmediatamente superior al sustentáculo del talo; el **tendón del flexor largo de los dedos** cruza su cara medial; y el **tendón del flexor largo del dedo gordo** rodea su cara inferior.

Por delante del sustentáculo del talo, puede observarse y palparse la **tuberosidad del hueso navicular**. Recibe la parte principal del tendón de inserción del músculo tibial posterior.



Notas clínicas sobre las arterias del miembro inferior

Palpación arterial

La **arteria femoral** penetra en el muslo profunda con respecto al ligamento inguinal en un punto a medio camino entre la espina iliaca anterior superior y la sínfisis del pubis (véase [fig. 11-83](#)). La arteria se palpa fácilmente en este punto porque puede presionarse posteriormente contra el músculo pectíneo y la rama superior del pubis.

La **arteria poplítea** puede palparse suavemente en las profundidades del espacio poplíteo, siempre que la fascia profunda esté completamente relajada flexionando de forma pasiva la articulación de la rodilla (véase [fig. 11-35](#)).

La **arteria dorsal del pie** puede palparse entre los tendones del extensor largo del dedo gordo y el extensor largo de los dedos, a medio camino entre los maléolos medial y lateral en la parte frontal

del tobillo (véase fig. 11-40).

La **arteria tibial posterior** pasa posterior al maléolo medial e inferior al retináculo flexor. Se localiza entre los tendones del flexor largo de los dedos y flexor largo del dedo gordo. Las pulsaciones de la arteria pueden notarse a medio camino entre el maléolo medial y el talón (véanse figs. 11-44 y 11-87).

Debe tenerse en cuenta que a veces la arteria dorsal del pie está ausente y es reemplazada por una gran rama perforante de la arteria fibular. Además, la arteria fibular puede ser más grande de lo normal y reemplazar a la arteria tibial posterior en la parte inferior de la pierna.

Circulación colateral

Si se ocluye la vascularización arterial a la pierna, se producirá necrosis o gangrena, a menos que haya un puente adecuado para la obstrucción, es decir, una circulación colateral. La oclusión repentina de la arteria femoral por ligadura o embolia suele ir seguida de gangrena. Sin embargo, la probabilidad de necrosis es mucho menor cuando se sufre una oclusión gradual, como la observada en la aterosclerosis, dado que los vasos sanguíneos colaterales tienen el tiempo suficiente para dilatarse completamente. La circulación colateral para la parte proximal de la arteria femoral se origina a través de la **anastomosis cruciforme** y **trocantérica**. Para la arteria femoral en el canal aductor, surge a través de las **ramas perforantes** de la arteria femoral profunda y las **ramas articulares** y **musculares** de las arterias femoral y poplítea.

Lesión traumática

La lesión de la gran arteria femoral puede provocar una hemorragia severa del paciente. A diferencia del miembro superior, las lesiones arteriales del miembro inferior no tienen un buen pronóstico. La circulación colateral alrededor de las articulaciones de la cadera y la rodilla, aunque presente, no es tan adecuada como la del hombro y el codo. El daño a una gran vena adyacente puede complicar aún más la situación y causar un deterioro adicional de la circulación hacia la parte distal del miembro.

Arteriopatía oclusiva de la pierna

La arteriopatía oclusiva de la pierna es frecuente en los hombres. La isquemia de los músculos produce un dolor de tipo calambre con el ejercicio. Si hay obstrucción de la arteria femoral, se altera la vascularización normal de la pantorrilla, y el paciente se ve obligado a dejar de caminar después de una distancia limitada debido a la intensidad del dolor. El reposo permite corregir el agotamiento de oxígeno y desaparece el dolor. Sin embargo, la reanudación de la marcha hace que el dolor reaparezca. Este trastorno se conoce como **claudicación intermitente**.

Inervación simpática de las arterias

La inervación simpática de las arterias a la pierna deriva de los tres segmentos torácicos inferiores y los dos o tres lumbares superiores de la médula espinal. Las fibras preganglionares pasan a los ganglios torácicos inferiores y lumbares superiores a través de los ramos blancos. Las fibras hacen sinapsis en los ganglios lumbares y sacros, y las fibras posganglionares alcanzan los vasos sanguíneos a través de los ramos de los plexos lumbares y sacros. La arteria femoral recibe sus fibras simpáticas de los nervios femoral y obturador. Las arterias más distales reciben sus fibras posganglionares a través de los nervios fibular y tibial comunes.

Simpatectomía lumbar y arteriopatía oclusiva

La simpatectomía lumbar puede recomendarse como una forma de tratamiento para la arteriopatía oclusiva del miembro inferior, con objeto de aumentar la vascularización a través de la circulación colateral. Este procedimiento se realiza mediante la resección de los tres ganglios lumbares superiores y las partes que intervienen del tronco simpático.



del miembro inferior

Reflejos tendinosos

La mayoría de los músculos esqueléticos reciben inervación multisegmentaria de dos a cuatro segmentos de la médula espinal. La búsqueda de reflejos tendinosos simples en el paciente permite evaluar el estado de los siguientes segmentos espinales:

- **Reflejo del tendón patelar (reflejo patelar).** L2, L3 y L4 (extensión de la articulación de la rodilla al golpear el tendón patelar).
- **Reflejo del tendón de Aquiles (reflejo aquiliano).** S1 y S2 (flexión plantar de la articulación del tobillo al percutir el tendón de Aquiles).

Lesión del nervio femoral

El nervio femoral (L2, L3 y L4) penetra en el muslo profundo al ligamento inguinal, en un punto a medio camino entre la espina ilíaca anterior superior y el tubérculo del pubis; se halla cerca de un dedo lateral con respecto al pulso femoral. A unos 5 cm inferior al ligamento inguinal, el nervio se divide en sus ramos terminales (véase [fig. 11-31](#)).

El nervio femoral puede lesionarse con heridas punzantes o de bala, si bien la sección completa del nervio es muy poco frecuente. Las características clínicas de la sección completa del nervio son las siguientes:

- **Motoras.** El músculo cuádriceps femoral está paralizado y la rodilla no puede extenderse. Al caminar, esto se compensa en cierta medida con los músculos aductores.
- **Sensitivas.** Se pierde la sensibilidad cutánea en las caras anterior y medial del muslo, en la cara medial de la parte inferior de la pierna y en el borde medial del pie hasta la bola del dedo gordo; el nervio safeno suele inervar esta área.

Lesión del nervio ciático

El nervio ciático (L4 y L5 y S1, S2 y S3) se curva inferolateralmente a través de la región glútea, a medio camino entre la espina ilíaca posterior superior y la tuberosidad isquiática, y más inferiormente, ubicada a medio camino entre la punta del trocánter mayor y la tuberosidad isquiática. A continuación, el nervio desciende en la línea media sobre la cara posterior del muslo y se divide en los nervios fibular común y tibial, en una ubicación variable por encima de la fosa poplítea (véanse [figs. 11-19](#) y [11-20](#)).

Traumatismos

Las heridas penetrantes, las fracturas de la pelvis o las dislocaciones de la articulación de la cadera a veces dañan el nervio ciático. La lesión más frecuente del nervio es la provocada por las inyecciones intramusculares mal colocadas en la región glútea. Para evitar esta lesión, las inyecciones en el glúteo mayor o el glúteo medio deben realizarse lo más anteriormente posible en el cuadrante superior externo de la nalga. La mayoría de las lesiones nerviosas son incompletas y, en el 90% de las ocasiones, la porción del nervio más afectada es el fibular común. Esto puede explicarse probablemente por el hecho de que las fibras del nervio fibular común son más superficiales en el nervio ciático. Las características clínicas son las siguientes:

- **Motoras.** Los músculos isquiotibiales están paralizados, pero una ligera flexión de la rodilla es posible debido a la acción del sartorio (nervio femoral) y el grácil (nervio obturador). Todos los músculos inferiores a la

rodilla están paralizados, y el peso del pie hace que asuma la posición de flexión plantar, o **pie caído** (fig. 11-88).

- **Sensitivas.** Se pierde sensibilidad por debajo de la rodilla, a excepción de un área estrecha en el sector medial de la parte inferior de la pierna y a lo largo del borde medial del pie hasta la bola del dedo gordo, que es inervada por el nervio safeno (femoral).

El resultado de la reparación quirúrgica de una lesión del nervio ciático es malo. Los músculos breves del pie no suelen recuperar el movimiento activo, y rara vez se produce la recuperación sensitiva total. La pérdida de sensibilidad en la planta del pie hace inevitable el desarrollo de úlceras tróficas.

Ciática

La *ciática* describe la alteración en la que los pacientes tienen dolor a lo largo de la distribución sensitiva del nervio ciático. El dolor se experimenta en la cara posterior del muslo, las caras posterior y lateral de la pierna y la cara lateral del pie. La ciática puede deberse al prolapso de un disco intervertebral, con compresión en una o más raíces de los nervios espinales lumbares y sacros inferiores, compresión del plexo sacro o nervio ciático por un tumor intrapélvico, o la inflamación del nervio ciático o sus ramos terminales.

Lesión del nervio fibular común

El nervio fibular común (véase fig. 11-19) está en una posición expuesta cuando sale de la fosa poplítea y rodea el cuello de la fibula para entrar en el músculo fibular. En general, se lesiona en las fracturas del cuello de la fibula y por la compresión por escayolas y férulas. Las características clínicas son las siguientes:

- **Motoras.** Los músculos de los compartimentos anterior y lateral de la pierna están paralizados, es decir, el tibial anterior, el extensor largo y breve de los dedos, el tercer fibular, los extensores largo del dedo gordo (inervado por el fibular profundo) y los fibulares largo y corto (inervados por el fibular superficial). Como resultado, los músculos antagonistas, los flexores plantares de la articulación del tobillo y los de las articulaciones subtalar y transversa del tarso, hacen que el pie esté en flexión plantar (pie caído) e invertido, una actitud del pie denominada *equinovaro* (véase fig. 11-88).
- **Sensitivas.** La pérdida de sensibilidad se produce en las caras anterior y lateral de la pierna y el dorso y los dedos del pie, incluyendo la cara medial del dedo gordo. El borde lateral del pie y la cara lateral del quinto dedo casi no se ven afectados (nervio sural, formado principalmente por el nervio tibial). El borde medial del pie hasta la bola del dedo gordo no se ven afectados (nervio safeno, ramo del femoral).



Figura 11-88 Pie caído. Con esta alteración, el individuo clava los dedos de sus pies en el suelo al caminar.

Cuando la lesión es distal al sitio de origen del nervio cutáneo lateral de la pantorrilla, la pérdida de sensibilidad se limita al área del pie y los dedos del pie.

Lesión del nervio tibial

El nervio tibial (véase [fig. 11-20](#)) sale de la fosa poplítea y pasa profundo con los músculos gastrocnemio y sóleo. Debido a su posición profunda y protegida, rara vez se lesiona. Su sección total presenta las siguientes características clínicas:

- **Motoras.** Todos los músculos de la cara posterior de la pierna y la planta del pie están paralizados. Los músculos antagonistas dorsiflexionan el pie en la articulación del tobillo e invierten el pie en las articulaciones subtalar y transversa del tarso, una alteración del pie denominada *calcaneovalgo*.
- **Sensitivas.** La sensibilidad se pierde en la planta del pie; a continuación, se desarrollan úlceras tróficas.

Lesión del nervio obturador

El nervio obturador (L2, L3 y L4) entra en el muslo en forma de divisiones anterior y posterior a través de la parte superior del foramen obturador. La división anterior desciende anterior al obturador externo y el aductor breve, profunda al suelo del triángulo femoral. La división posterior desciende posterior al aductor breve y anterior al aductor mayor (véase [fig. 11-32](#)).

El nervio puede lesionarse (rara vez) con heridas penetrantes, dislocaciones anteriores de la cadera o con hernias abdominales a través del foramen obturador. La cabeza fetal puede comprimirlo durante el parto. Las características clínicas son las siguientes:

- **Motoras.** Todos los músculos aductores están paralizados, excepto la parte isquiotibial del aductor mayor, que es inervada por el nervio ciático.

- **Sensitivas.** La pérdida sensitiva cutánea es mínima en la cara medial del muslo.

Conceptos clave

Osteología

- Los huesos de los miembros inferiores son los huesos coxales, el fémur, la patela, la tibia, la fibula, los huesos del tarso, los huesos metatarsianos y las falanges. La disposición general de los huesos es muy similar a la de los miembros superiores.
- Los huesos coxales pares (más el sacro) forma la cintura pélvica. Cada coxal se localiza por debajo de la nalga. El fémur forma el muslo. La tibia y la fibula (peroné) forman la pierna. Los huesos del tarso (calcáneo, talo, navicular, cuboides y cuneiformes) forman el tobillo. Los huesos metatarsianos y las falanges forman el pie y los dedos.
- Las características óseas son funcionalmente importantes en el contexto de las inserciones musculares/ligamentosas y los déficits de movimiento originados por una fractura (p. ej., los músculos del cuádriceps femoral se insertan en la tuberosidad tibial).
- Varias características óseas tienen relaciones relevantes con estructuras neurovasculares clave que deben tenerse en cuenta en caso de fracturas óseas (p. ej., el nervio fibular común con el cuello de la fibula).

Región glútea

- El tracto iliotibial es una banda engrosada de fascia profunda que se extiende desde la cara lateral de la región glútea hasta el cóndilo lateral de la tibia. Los músculos del tensor de la fascia lata y glúteo mayor se insertan en el tracto iliotibial.
- Los ligamentos sacrotuberoso y sacroespinoso estabilizan la articulación sacroilíaca y ayudan a formar los forámenes ciáticos mayor y menor. Estos forámenes son vías de paso para que diversas estructuras pasen entre la cavidad pélvica, la región glútea y el periné. Las estructuras más importantes incluyen el músculo piriforme, el nervio ciático, el nervio pudendo, los vasos pudendos internos y el tendón del músculo obturador interno.
- Los músculos glúteos incluyen los glúteos mayor, medio y menor, el tensor de la fascia lata, el piriforme, el obturador interno, los gemelos superior e inferior, y el cuadrado femoral.

Las acciones musculares se centran principalmente en la extensión, la abducción y la rotación lateral de la cadera.

- El nervio ciático recorre el centro de la región glútea hacia el muslo y debe tenerse en cuenta al administrar inyecciones glúteas. Está formado por los nervios tibial y fibular común, unidos por una fascia. El nervio pudendo tiene un pequeño pero importante segmento glúteo donde hace un asa alrededor de la espina ciática.
- Las arterias glúteas superior e inferior son los vasos principales de la vascularización de la región glútea. Ambos contribuyen a las principales redes colaterales (anastomosis trocantérica y cruciforme) alrededor de la cadera.

Muslo

- Las venas safenas mayor y menor son largos vasos superficiales que drenan gran parte del miembro inferior. La vena safena mayor asciende por la cara medial del miembro, perfora la fascia profunda del muslo anterior y desemboca en la vena femoral en el triángulo femoral. También recibe tributarias de la pared inferior del abdomen y del periné.
- Los nódulos linfáticos inguinales se localizan en el muslo y se dividen en grupos superficiales y profundos. Reciben drenaje desde el miembro inferior, las paredes anterior e inferior del abdomen, el periné y la región lumbar.
- La fascia profunda (fascia lata) del miembro inferior rodea firmemente el muslo. Los tabiques profundos dividen el muslo en tres compartimentos (anterior, medial, posterior), cada uno con su propio complemento de músculos, nervios y arterias.
- El compartimento anterior del muslo contiene los músculos sartorio, pectíneo, iliopsoas y cuádriceps femoral (recto femoral, vasto lateral, vasto medial, vasto intermedio). El grupo del cuádriceps se inserta en la tuberosidad tibial a través del ligamento patelar. La arteria femoral y sus ramas y el nervio femoral irrigan e inervan este compartimento. La arteria femoral es la principal fuente de vascularización del miembro inferior.
- El triángulo femoral es una depresión triangular en la cara anterior del muslo. Contiene los vasos femorales, el nervio femoral y los nódulos linfáticos inguinales. Las hernias crurales se originan en el triángulo femoral.
- El compartimento medial contiene los músculos grácil, aductor largo, aductor breve, aductor mayor y obturador externo. Las arterias femoral profunda y obturatriz son los canales vasculares. El nervio obturador inerva la mayor parte del compartimento. El nervio tibial inerva parte del músculo aductor mayor.
- El compartimento posterior contiene los músculos isquiotibiales:

bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso y una pequeña porción del aductor mayor (porción isquiotibial). La arteria femoral profunda es la principal fuente de vascularización. El nervio tibial inerva la mayor parte del compartimento posterior. El nervio fibular común inerva solo la cabeza corta del bíceps.

Fosa poplítea

- La fosa poplítea es un espacio intermuscular en forma de diamante localizado en la cara posterior de la rodilla (véase [fig. 11-35](#)). Sus principales contenidos son el músculo poplíteo, los vasos poplíteos, la terminación de la vena safena menor, los nervios fibular común y tibial y los nódulos linfáticos poplíteos.
- El músculo poplíteo flexiona la articulación de la rodilla y también la desbloquea durante la locomoción.
- La arteria poplítea es la continuación de la arteria femoral. Diversas arterias geniculares forman una extensa red anastomótica alrededor de la rodilla. La arteria femoral termina dividiéndose en las arterias tibiales anterior y posterior.
- Los nervios tibial y fibular común pasan a través de la fosa a medida que descienden hacia la pierna. El nervio fibular común tiene una relación cercana con la cabeza y el cuello de la fíbula, donde se lesiona fácilmente.

Pierna

- La fascia profunda de la pierna forma los compartimentos de la pierna y los retináculos que ayudan a la eficiencia mecánica de los músculos de la pierna.
- La vena safena menor recorre la parte media de la cara posterior de la pierna y luego se sumerge en la fosa poplítea para unirse a la vena poplítea.
- Los tabiques de la fascia profunda de la pierna junto con la membrana interósea dividen la pierna en tres compartimentos: anterior, lateral y posterior.
- El compartimento anterior contiene el tibial anterior, el extensor largo de los dedos, el tercer fibular y los músculos del extensor largo del dedo gordo. Los vasos tibiales anteriores son los canales vasculares, y el nervio fibular profundo inerva los músculos.
- El compartimento lateral contiene los músculos fibulares largo y corto. Las ramas de la arteria fibular y el nervio fibular superficial irrigan e inervan respectivamente el compartimento.
- El compartimento posterior tiene dos partes: la posterior superficial y la posterior profunda. El grupo superficial incluye los músculos gastrocnemio, sóleo y plantar. El grupo profundo

incluye los músculos poplíteo, flexor largo de los dedos, flexor largo del dedo gordo y tibial posterior. Los vasos tibiales posteriores y el nervio tibial irrigan e inervan todo el compartimento posterior.

- El daño a los nervios fibular común o fibulares superficial o profundo da como resultado grados variables de pie caído, alteración caracterizada por el arrastre de los dedos del pie sobre el suelo durante la marcha.

Tobillo

- Las estructuras que cruzan el tobillo y que pasan entre la pierna y el pie lo hacen anterior o posteriormente a los maléolos medial y lateral.
- Las estructuras principales que se cruzan anteriores a los maléolos son la vena safena mayor, el nervio safeno, los nervios fibulares superficial y profundo, los vasos tibiales anteriores y los tendones largos de los músculos del compartimento anterior de la pierna.
- Las estructuras principales que cruzan en posteriores a los maléolos incluyen los vasos tibiales posteriores, el nervio tibial, el nervio sural, la vena safena menor y los tendones de los músculos de los compartimentos posterior y lateral de la pierna.

Pie

- La aponeurosis plantar es un engrosamiento de la fascia profunda en la planta del pie.
- Los músculos de la planta del pie se describen en cuatro capas, de superficiales a profundos. La primera capa contiene el abductor del dedo gordo, el flexor breve de los dedos y el abductor del quinto dedo. La segunda capa incluye el cuadrado plantar, los lumbricales, el tendón del flexor largo de los dedos y el tendón del flexor del dedo gordo. La tercera capa está formada por el flexor breve del dedo gordo, el aductor del dedo gordo y el flexor breve del quinto dedo. La cuarta capa contiene los interóseos y los tendones del fibular largo y del tibial posterior.
- La arteria tibial posterior pasa posterior al maléolo medial y finalmente se divide en las arterias plantares medial y lateral, que irrigan la planta. La arteria plantar lateral forma el arco arterial plantar, que irriga los dedos y también se anastomosa con la arteria plantar profunda del dorso del pie.
- El nervio tibial pasa posterior al maléolo medial y finalmente se divide en los nervios plantares medial y lateral, que inervan la planta.
- El nervio fibular superficial es el principal nervio cutáneo del

dorso del pie. El nervio fibular profundo inerva una pequeña área entre los dos primeros dedos. El nervio safeno inerva la piel a lo largo de la cara medial del pie, mientras que el nervio sural inerva el borde lateral del pie.

- La mayor parte de la sangre de todo el pie drena en el arco venoso dorsal. Este drena medialmente en la vena safena mayor y lateralmente, en la vena safena menor. La vena safena mayor sale del dorso del pie ascendiendo hacia la pierna anterior al maléolo interno. La vena safena menor asciende hacia la pierna posterior al maléolo lateral.
- El extensor breve de los dedos es el único músculo intrínseco del dorso del pie.
- La arteria dorsal del pie es la continuación de la arteria tibial anterior e irriga el dorso del pie. Su pulso puede notarse fácilmente.

Articulaciones

- La cadera es una articulación sinovial, de tipo esférica, multiaxial, ubicada entre el acetábulo y la cabeza del fémur. La cavidad del acetábulo se hace más profunda por el labrum acetabular. Los principales ligamentos capsulares son los ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral. El ligamento de la cabeza del fémur une la fosita de la cabeza femoral al acetábulo.
- Los músculos glúteo medio y menor contralaterales impiden que la cadera se caiga cuando el pie se eleva durante la marcha. El fallo en esta acción produce un signo de Trendelenburg positivo (marcha de Trendelenburg).
- El daño a las arterias retinaculares de la articulación de la cadera o a la arteria de la cabeza del fémur debido a una fractura del cuello del fémur u otro traumatismo de la cadera puede provocar necrosis avascular de la cabeza del fémur.
- La rodilla es una articulación sinovial de tipo bisagra ubicada entre los cóndilos del fémur, la patela y los cóndilos de la tibia. Los principales ligamentos de sostén son los ligamentos colaterales medial y lateral y los ligamentos cruzados anterior y posterior. Los meniscos medial y lateral, cubiertos por cartílago, se insertan en los cóndilos de la tibia. Hay varias bolsas relacionadas con la rodilla.
- El músculo poplíteo desbloquea la rodilla desde la posición totalmente extendida rotando lateralmente el fémur sobre la tibia, lo que permite la flexión de la rodilla.
- Los ligamentos colaterales y cruzados y los meniscos se lesionan con frecuencia. Los traumatismos del ligamento cruzado anterior o el menisco medial a menudo se acompañan de lesión del

ligamento colateral medial. El movimiento anteroposterior excesivo de la tibia contra el fémur indica un signo del cajón positivo y sugiere la rotura de uno de los ligamentos cruzados.

- El tobillo es una articulación sinovial de tipo bisagra entre el extremo inferior de la tibia, los dos maléolos y el cuerpo del talo. Los ligamentos principales son los ligamentos medial (deltoideo) y lateral, que resisten la eversión y la inversión, respectivamente.
- Las articulaciones del tarso son un grupo de articulaciones sinoviales entre los huesos tarsianos.

El pie como unidad funcional

- El pie contiene tres arcos que proporcionan estabilidad mecánica durante la locomoción y la postura de pie: el arco longitudinal medial, el longitudinal lateral y el transversal.
- Las formas y el encaje entre los huesos, los ligamentos intrínsecos del pie y el tono de los músculos mantienen la integridad de los arcos. La caída del arco longitudinal medial da como resultado un pie plano.

Anatomía radiológica y de superficie

- Las radiografías habituales proporcionan excelentes imágenes de la anatomía ósea. La resonancia magnética (RM) es útil para mostrar los tejidos blandos alrededor de los huesos.
- Muchas estructuras de tejidos óseos y blandos de los miembros inferiores son visibles y palpables en una exploración de la anatomía de superficie.



12 Cabeza y cuello

Una mujer de 58 años despierta una mañana y siente “raro y pesado” el lado derecho de su cara. Al mirarse en el espejo, observa que el ángulo de su boca en el lado derecho está inclinado, y que su párpado inferior es más bajo que el izquierdo. Cuando intenta sonreír, el lado derecho de su rostro permanece inmóvil y como una máscara. Mientras desayuna, advierte que la comida tiende a adherirse en el interior de su mejilla derecha, y que el líquido se escapa por la comisura de su boca. Cuando saca a pasear a su perro, se sorprende al ver que no puede silbar para llamarle; sus labios, simplemente, no se fruncen.

Tras la valoración, el médico de atención primaria detecta una parálisis de los músculos de todo el lado derecho de la cara. Asimismo, la paciente presenta un habla ligeramente confusa, además de una presión arterial muy elevada. Para llegar al diagnóstico, el médico debe conocer los músculos faciales, los músculos laríngeos y su innervación. La parálisis facial, la dificultad para hablar, la presión arterial elevada y la ausencia de cualquier otro hallazgo anómalo sugieren un diagnóstico de ictus (hemorragia cerebral) del lado izquierdo, secundario a hipertensión. Sin embargo, dado que una hemorragia cerebral en el lado izquierdo causaría solo la parálisis de los músculos de la parte inferior del lado derecho de la cara, este no fue el diagnóstico.

Esta paciente presentaba una parálisis de los músculos de todo el lado derecho de la cara. Solo una lesión del nervio facial derecho, que innerva estos músculos, podría causarlo. Por fortuna, esta paciente padecía una parálisis de Bell, por lo que el pronóstico fue excelente y tuvo una recuperación completa.

CONTENIDO DEL CAPÍTULO

Revisión Osteología

Cráneo del adulto
Mandíbula
Cráneo del recién nacido
Hueso hioides

Cuero cabelludo (piel cabelluda)

Músculos
Inervación sensitiva
Vascularización
Drenaje venoso
Drenaje linfático

Cara

Esqueleto facial
Piel
Nervios sensitivos
Vascularización
Drenaje venoso
Drenaje linfático
Músculos faciales (músculos de la expresión facial; músculos de la gesticulación)

Nervio facial

Interior del cráneo

Meninges

Senos venosos (durales)

Hipófisis

Encéfalo

Órbita y ojo

Párpados

Aparato lagrimal

Órbita

Nervios

Vasos sanguíneos y linfáticos

Movimientos del globo ocular (bulbo ocular)

Estructuras del ojo

Fosas temporal, infratemporal y pterigopalatina

Fosa temporal

Fosa infratemporal

Fosa pterigopalatina

Arterias

Nervios

Cuello

Piel y fascia superficial

Músculos del cuello

Triángulos del cuello

Fascia cervical profunda

Raíz del cuello

Arterias de la cabeza y el cuello

Sistema carotídeo

Sistema subclavio

Venas de la cabeza y el cuello

Venas intracraneales

Venas extracraneales

Drenaje linfático de la cabeza y el cuello

Nódulos del collar pericervical

Nódulos de la región cervical

Nódulos cervicales profundos

Nervios craneales

Nervio olfatorio (NC I)

Nervio óptico (NC II)

Nervio oculomotor (NC III)

Nervio troclear (NC IV)

Nervio trigémino (NC V)

Nervio *abducens* (NC VI)

Nervio facial (NC VII)

Nervio vestibulococlear (NC VIII)

Nervio glossofaríngeo (NC IX)

Nervio vago (NC X)

Nervio accesorio (NC XI)

Nervio hipogloso (NC XII)

Plexo cervical

Ramos cutáneos
Ramos musculares (cuello)
Nervio frénico

Plexo braquial

Sistema nervioso autónomo

Parte simpática
Parte parasimpática

Oído

Oído externo
Membrana timpánica
Oído medio
Oído interno

Sistema digestivo

Cavidad bucal
Faringe
Esófago

Sistema respiratorio

Nariz
Cavidad nasal
Senos paranasales
Laringe
Tráquea

Sistema endocrino

Hipófisis
Glándula pineal
Tiroides
Glándulas paratiroides

Anatomía radiológica

Aspecto radiográfico del cráneo
Arteriografía cerebral
Tomografía computarizada
Resonancia magnética

Anatomía de superficie

Referencias de superficie en la cabeza
Referencias de superficie en el cuello

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

El objetivo del capítulo es examinar la anatomía de la cabeza y el cuello en el contexto de la organización funcional normal y con respecto a las alteraciones clínicas más frecuentes.

Osteología

1. Identificar los huesos del cráneo, el hioides y la columna cervical, y sus características principales, en especímenes osteológicos secos y en estudios estándar de imagen médica. Describir los aspectos funcionales de estas estructuras.
2. Identificar los componentes de la articulación temporomandibular (ATM). Describir los mecanismos de apertura y cierre de las mandíbulas.
3. Identificar los músculos de la masticación, sus inserciones, inervación y principales acciones en la masticación.

Cuero cabelludo (piel cabelluda) y cara

1. Describir los límites y las estructuras del cuero cabelludo.
2. Identificar los músculos principales de la expresión facial, sus acciones y su inervación.
3. Describir la inervación de la cara y el cuero cabelludo. Predecir el déficit esperado después de una lesión en cada uno de los principales ramos nerviosos.
4. Describir la vascularización a través de la cara y el cuero cabelludo.
5. Trazar el patrón de drenaje linfático desde el cuero cabelludo y la cara.

Interior del cráneo

1. Identificar las fosas craneales, sus componentes óseos principales y límites, así como los contenidos principales de cada una.
2. Identificar las meninges que rodean el encéfalo y los pliegues de la duramadre que subdividen el cráneo. Explicar la importancia funcional/clínica de esta disposición. Describir la inervación de la duramadre.
3. Trazar el flujo de la sangre en la cavidad craneal, indicando las principales anastomosis y vías colaterales. Describir la formación del círculo arterial del cerebro y explicar su importancia funcional y clínica.
4. Identificar los senos venosos duros, indicando sus relaciones con las meninges craneales. Estudiar las comunicaciones de los senos venosos con el sistema venoso extracraneal y explicar la importancia funcional y clínica de esta disposición.
5. Explicar las bases anatómicas de las hemorragias craneales epidurales, subdurales y subaracnoideas.
6. Identificar cada uno de los nervios craneales cuando sale de la cavidad craneal. Indicar las relaciones de cada nervio, durante su trayecto, con cada una de las fosas craneales, con los pliegues de la duramadre y con los senos venosos. Asimismo, indicar los forámenes por donde salen del cráneo y cualquier estructura acompañante importante (p. ej., los vasos sanguíneos).
7. Identificar los componentes principales del encéfalo y su significado funcional.

Órbita y ojo

1. Identificar los elementos óseos de la órbita. Nombrar las principales estructuras que rodean la órbita y la posición del globo ocular (bulbo ocular) en relación con la órbita.
2. Identificar los músculos extraoculares, sus acciones y su inervación. Predecir el déficit funcional resultante del daño a cada músculo. Describir los métodos de pruebas clínicas de cada uno de los músculos extraoculares y sus nervios.
3. Identificar los nervios principales de la órbita, sus componentes funcionales, sus ramos principales y sus trayectos. Predecir el déficit funcional resultante del daño a cada nervio.
4. Trazar la vascularización dentro y fuera de la órbita y las estructuras orbitarias.
5. Identificar los componentes principales de los párpados. Describir la mecánica del movimiento de los párpados.
6. Identificar los componentes del aparato lagrimal. Trazar el camino que recorre una lágrima desde la glándula lagrimal hasta el meato nasal inferior.
7. Estudiar la inervación autónoma de las estructuras orbitarias y las vías preganglionares y posganglionares. Diferenciar funciones simpáticas y parasimpáticas.

Regiones temporal, infratemporal y pterigopalatina

1. Definir las fosas temporal, infratemporal y pterigopalatina. Identificar las principales estructuras que contiene cada región.
2. Trazar la vascularización a través de las arterias maxilares y temporales superiores y sus principales ramas. Identificar las regiones irrigadas y las anastomosis entre ramas.
3. Identificar y trazar los trayectos de los nervios que atraviesan las fosas

anteriores. Identificar los componentes funcionales de cada nervio, sus fuentes y las áreas donde terminan.

Cuello

1. Describir la disposición y las funciones de las fascias cervicales superficial y profunda con respecto a la organización del cuello.
2. Identificar los triángulos del cuello, así como los diferentes límites y los principales contenidos de cada uno.
3. Identificar los músculos del cuello, incluidos los accesorios, la innervación y las acciones principales.
4. Describir la vascularización y el drenaje venoso del cuello.
5. Describir el drenaje linfático del cuello.

Organización vascular y linfática

1. Trazar el flujo sanguíneo a través del sistema arterial carotídeo. Observar las regiones irrigadas por cada una de las ramas principales, la relación de las ramas con las estructuras circundantes y las anastomosis entre ramas. Describir la localización y la función de los senos y los cuerpos carotídeos.
2. Trazar la vascularización de la arteria subclavia y sus ramas principales. Observar las regiones irrigadas por cada rama, la relación de las ramas con las estructuras circundantes y las anastomosis entre las ramas.
3. Identificar las principales venas intracraneales y extracraneales. Trazar el flujo de sangre a través del sistema venoso yugular, observando las regiones drenadas por cada una de las tributarias e interconexiones entre las venas principales.
4. Trazar las vías de drenaje linfático de la cabeza y el cuello. Indicar los grupos nodulares linfáticos principales y sus relaciones con las estructuras adyacentes. Diferenciar los patrones del lado izquierdo y derecho.

Organización neural

1. Identificar los 12 pares de nervios craneales. Reconocer el(los) componente(s) funcional(es) contenido(s) o transportado(s) por cada uno de los nervios craneales. Indicar las grupos nodulares linfáticos principales y sus relaciones con las estructuras adyacentes. Indicar la(s) vía(s) de salida del cráneo y las relaciones periféricas de cada nervio. Predecir el(los) déficit(s) funcional(es) esperado(s) con la lesión de cada nervio.
2. Describir la formación de los plexos nerviosos cervicales y braquiales, con los segmentos de origen espinal, las relaciones con las estructuras cervicales circundantes y la distribución de las ramas periféricas. Observar la formación, las relaciones y las distribuciones del nervio frénico y el asa cervical.
3. Identificar las fuentes de innervación autónoma a la cabeza. Describir los trayectos de las neuronas autónomas preganglionares y posganglionares en la cabeza desde sus orígenes hasta sus destinos finales. Indicar los puntos específicos de sinapsis. Describir las funciones principales llevadas a cabo por cada componente autónomo en la cabeza.

Oído

1. Identificar los límites y el contenido del oído externo, el medio y el interno. Describir las relaciones de cada parte del aparato auditivo con las estructuras adyacentes. Describir la innervación de la región.
2. Relacionar las estructuras del oído con la mecánica de la audición y el equilibrio.

Sistema digestivo

1. Definir los límites y las subdivisiones de la cavidad bucal, la faringe y el esófago. Describir las relaciones principales de cada uno con las estructuras circundantes.
2. Identificar los músculos de la cavidad bucal, el paladar, la tuba (trompa) auditiva, la faringe y el esófago y sus inserciones, acciones e innervación.

3. Identificar los músculos extrínsecos e intrínsecos de la lengua. Describir la inervación sensitiva y motora de la lengua. Predecir el déficit esperado para definir la lesión de cada nervio.
4. Describir el mecanismo de la deglución. Observar la secuencia de acontecimientos, los músculos responsables y los nervios que controlan cada uno de ellos.
5. Describir la ubicación, la inervación, el drenaje linfático, el drenaje secretor y las relaciones generales de las glándulas salivares parótida, submandibular (submaxilar) y sublingual. Describir la importancia clínica de la relación entre la glándula parótida, su conducto y la distribución extracraneal del nervio facial.
6. Describir el patrón de inervación de la región bucofaríngea y el esófago. Identificar el origen, la región inervada y los componentes funcionales de cada nervio.
7. Trazar la vascularización arterial y el drenaje venoso de la región bucofaríngea y el esófago. Identificar los vasos sanguíneos principales, sus territorios y cualquier anastomosis significativa.
8. Describir la ubicación, el drenaje linfático y las relaciones generales de las tonsilas (amígdalas) bucofaríngeas.

Sistema respiratorio

1. Identificar los componentes, los límites y las relaciones de la nariz, los senos paranasales, la laringe y la tráquea.
2. Identificar las vías de drenaje de cada uno de los senos paranasales. Describir la relación de cada seno con las cavidades bucales, orbitarias y craneales en la región.
3. Describir el patrón de inervación del sistema respiratorio en la cabeza y el cuello.
4. Trazar la vascularización arterial y el drenaje venoso de los componentes del sistema respiratorio.
5. Trazar el drenaje linfático de los componentes respiratorios.
6. Identificar las principales características morfológicas de la laringe.
7. Identificar los músculos extrínsecos e intrínsecos de la laringe. Determinar las acciones de estos músculos y sus funciones en la producción del sonido.
8. Trazar la vascularización y la inervación de la laringe. Predecir las consecuencias funcionales del daño a los diferentes nervios que constituyen esta inervación.

Sistema endocrino

1. Identificar las glándulas hipófisis, pineal, tiroides y paratiroides.
2. Describir las relaciones de los órganos endocrinos con las estructuras circundantes.
3. Trazar la vascularización, el drenaje linfático y la inervación de los órganos endocrinos.
4. Describir brevemente las funciones principales de los órganos endocrinos.

Anatomía radiológica y de superficie

1. Identificar las estructuras principales de la cabeza y el cuello que pueden visualizarse en las imágenes médicas estándar.
2. Identificar las estructuras principales que son palpables o tienen proyecciones superficiales notables en una exploración física básica de cabeza y cuello.

REVISIÓN

La región de la cabeza y el cuello del cuerpo contiene muchas estructuras importantes comprimidas en un área relativamente pequeña. El cráneo, con el

encéfalo y las meninges en su interior, forma la mayor parte de la cabeza. Los sentidos especiales (ojo, oído, área olfatoria, receptores del gusto) se alojan dentro de los huesos del cráneo o en las cavidades limitadas por estos. El encéfalo da origen a 12 pares de nervios craneales, que salen del encéfalo y pasan a través de los forámenes y fisuras del cráneo. Todos los nervios craneales se distribuyen a estructuras de la cabeza y el cuello, excepto el décimo, que también inerva estructuras del tórax y el abdomen. Los sistemas digestivo y respiratorio comienzan en la cabeza y atraviesan el cuello para alcanzar el tórax y el abdomen. Además, órganos endocrinos clave se ubican también en el cuello y la cabeza.

Las lesiones en la cabeza por contusiones o traumatismos penetrantes se asocian con una alta mortalidad y discapacidad grave. Las cefaleas suelen originarse por afecciones no graves como sinusitis o neuralgias, aunque estas pueden constituir el signo temprano de una enfermedad que puede poner en riesgo la vida.

Las lesiones de la cara, el cuero cabelludo y la boca son frecuentes en la práctica clínica y varían en gravedad desde una pequeña laceración de la piel hasta un traumatismo maxilofacial grave. Incluso un furúnculo no tratado al lado de la nariz puede ser potencialmente mortal. La parálisis facial y pupilas desiguales pueden indicar un déficit neurológico grave.

En el cuello, se ubican muchas estructuras vitales. Las lesiones o la compresión de la laringe o la tráquea pueden comprometer la vía aérea. Una intumescencia puede indicar la existencia de un tumor de la glándula tiroides o la presencia de una lesión secundaria maligna en un nódulo linfático.

Claramente, muchos signos y síntomas relacionados con la región de la cabeza y el cuello están determinados por la disposición anatómica de las diversas estructuras. Este capítulo revisa la anatomía básica de esta compleja región, y remarca la relevancia clínica de las estructuras consideradas. Excluye específicamente el análisis detallado del encéfalo, que se cubre mejor en un texto de neurobiología.

OSTEOLOGÍA

El esqueleto de la cabeza y el cuello incluye el cráneo, los huesecillos del oído medio, el hueso hioides y las vértebras cervicales. Esta sección describe el cráneo y el hioides. Los huesecillos del oído se describen más adelante, en la sección del oído medio. Las vértebras cervicales se estudian en el capítulo 2, junto con el resto de la columna vertebral.

La posición anatómica del cráneo es tal que los bordes inferiores de las órbitas y los bordes superiores del meato acústico externo están en el mismo plano horizontal. Se conoce como *plano orbitomeatal* (“*de Frankfurt*”). Se corresponde con un plano craneal horizontal natural.

El cráneo está compuesto por varios huesos individuales, unidos en articulaciones inmóviles denominadas **suturas**. El tejido conjuntivo entre los huesos forma los **ligamentos suturales**. La mandíbula es una excepción a esta

regla, ya que está unida al cráneo por las articulaciones temporomandibulares (ATM), sinoviales y móviles.

Los huesos del cráneo están organizados en un **esqueleto craneal**, que rodea el encéfalo, y un **esqueleto facial**. La **cavidad craneal** es el espacio que contiene el encéfalo. La **bóveda craneal (calvaria)** es la parte superior del cráneo y forma el techo y las paredes laterales de la cavidad craneal. La **base** del cráneo es la parte más baja y forma el suelo de la cavidad craneal (fig. 12-1; véanse también figs. 12-5 y 12-6).

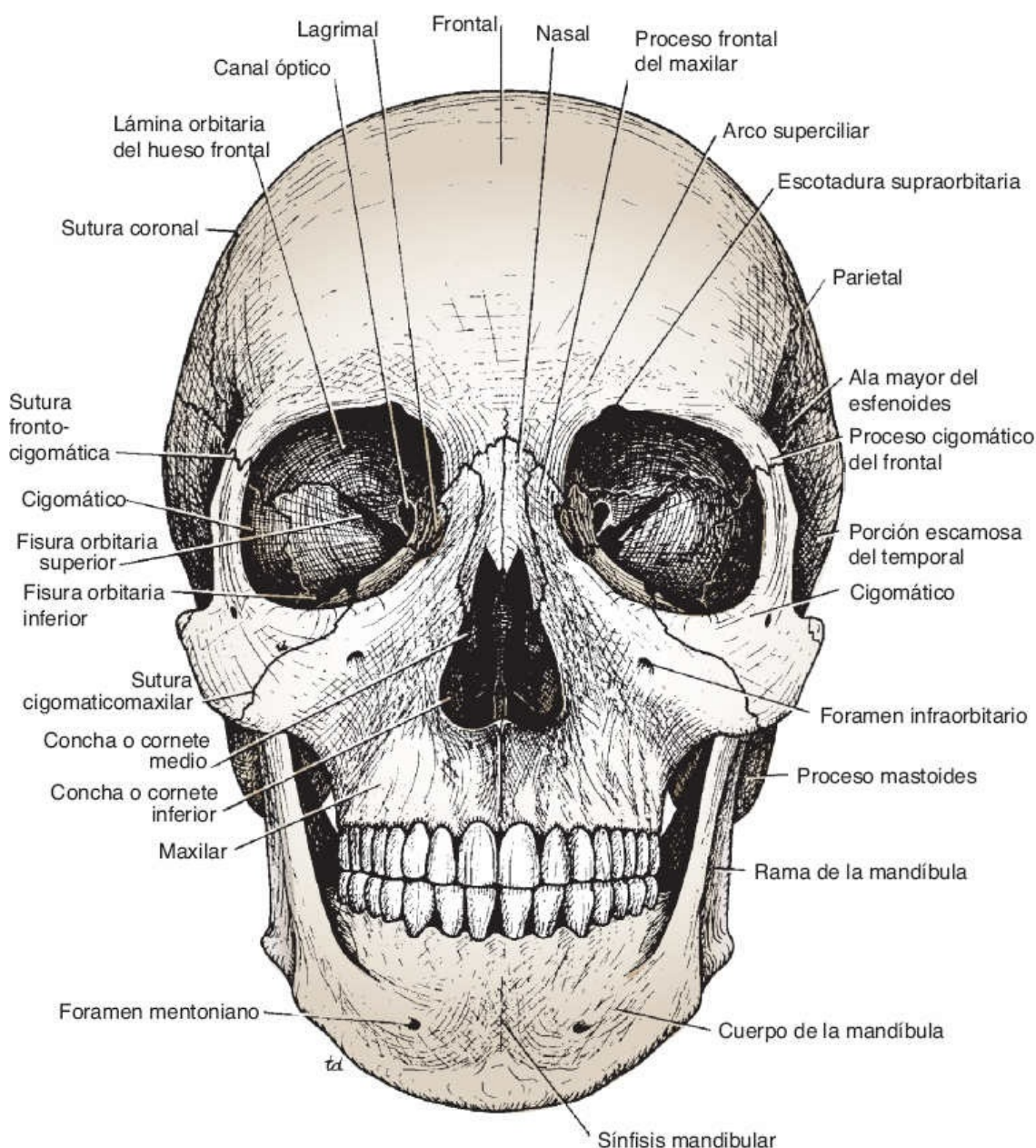


Figura 12-1. Huesos de la cara anterior del cráneo.

Los huesos relativamente planos de la bóveda craneal (frontal, parietales y parte del occipital) están compuestos por **tablas externas e internas** de hueso compacto separadas por una capa de hueso esponjoso llamada **diploe** (fig. 12-2). La tabla interna es más delgada y más frágil que la externa. Los huesos están

cubiertos por periostio en las caras tanto externa como interna. Los huesos de la bóveda se forman por **osificación membranosa**, mientras que los huesos de la base del cráneo y el esqueleto facial se constituyen por **osificación endocondral**.

El cráneo está formado por los siguientes huesos, dos de los cuales son pares (figs. 12-3 y 12-4):

- Hueso frontal: 1.
- Huesos parietales: 2.
- Hueso occipital: 1.
- Huesos temporales: 2.
- Hueso esfenoides: 1.
- Hueso etmoides: 1.

El esqueleto facial está conformado por los siguientes huesos, dos de los cuales son únicos:

- Huesos cigomáticos: 2.
- Maxilares: 2.
- Huesos nasales: 2.
- Huesos lagrimales: 2.
- Vómer: 1.
- Huesos palatinos: 2.
- Conchas (cornetes) inferiores: 2.
- Mandíbula: 1.

Cráneo del adulto

Los estudiantes de biomedicina no necesitan un conocimiento exhaustivo de la estructura detallada de cada hueso del cráneo. Sin embargo, es esencial contar con detalles suficientes para comprender las aplicaciones clínicamente relevantes. Los estudiantes deben estar familiarizados con el cráneo como un todo, y sería ideal disponer de un cráneo seco como referencia cuando lean la siguiente descripción.

Vista anterior

El **hueso frontal**, o hueso de la frente, se curva hacia abajo para formar los bordes superiores de las órbitas (véase fig. 12-1). Los **arcos superciliares** están a cada lado, y la **escotadura supraorbitaria** (o **foramen supraorbitario**) está en o cerca del borde de la órbita. Medialmente, el hueso frontal se articula con los procesos frontales de los maxilares y con los huesos nasales. Lateralmente, el hueso frontal se articula con el cigomático.

Los **bordes de la órbita** están limitados por el hueso frontal superiormente, el hueso cigomático lateralmente, el maxilar inferiormente, y los procesos del maxilar superior y el hueso frontal medialmente.

El hueso frontal contiene dos cavidades huecas cubiertas con una mucosa, los **senos frontales**, inmediatamente por encima de los bordes de la órbita. Estos senos se comunican con la nariz y sirven para aligerar el esqueleto facial y actuar como resonadores de la voz.

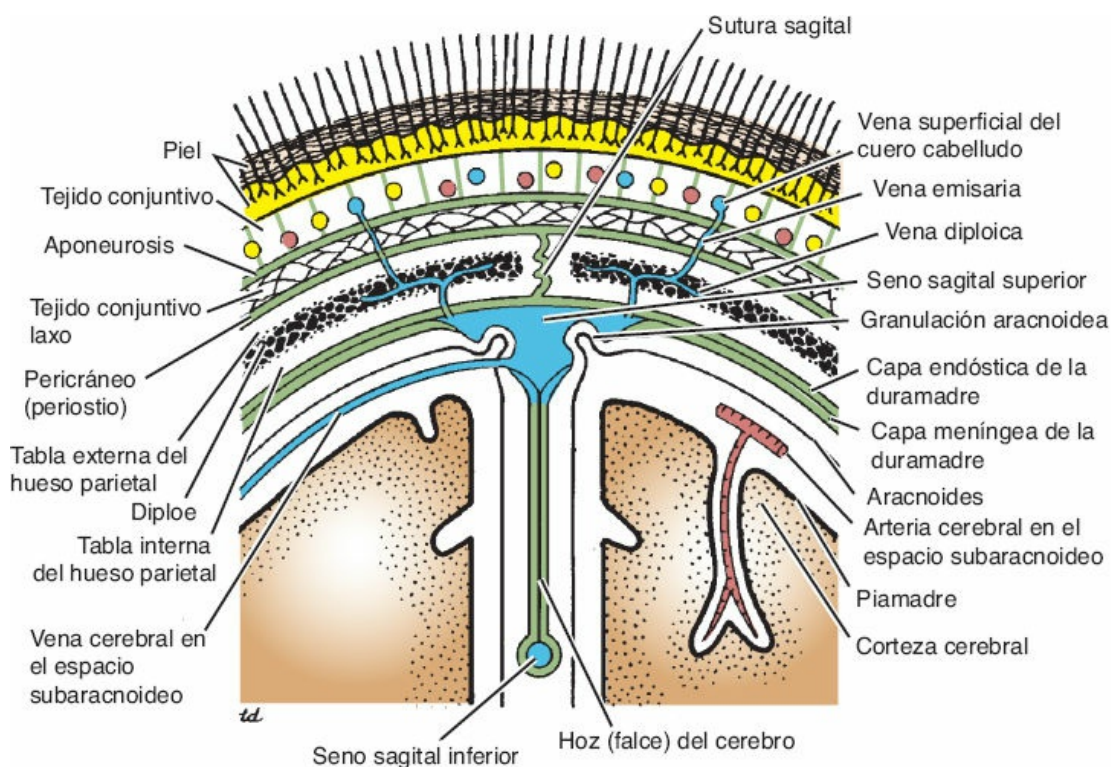


Figura 12-2. Sección coronal de la parte superior de la cabeza que muestra las capas del cuero cabelludo, la sutura sagital del cráneo, la hoz (falce) del cerebro, los senos venosos sagitales superior e inferior, las granulaciones aracnoideas, las venas emisarias y la relación de los vasos sanguíneos cerebrales con el espacio subaracnoideo.

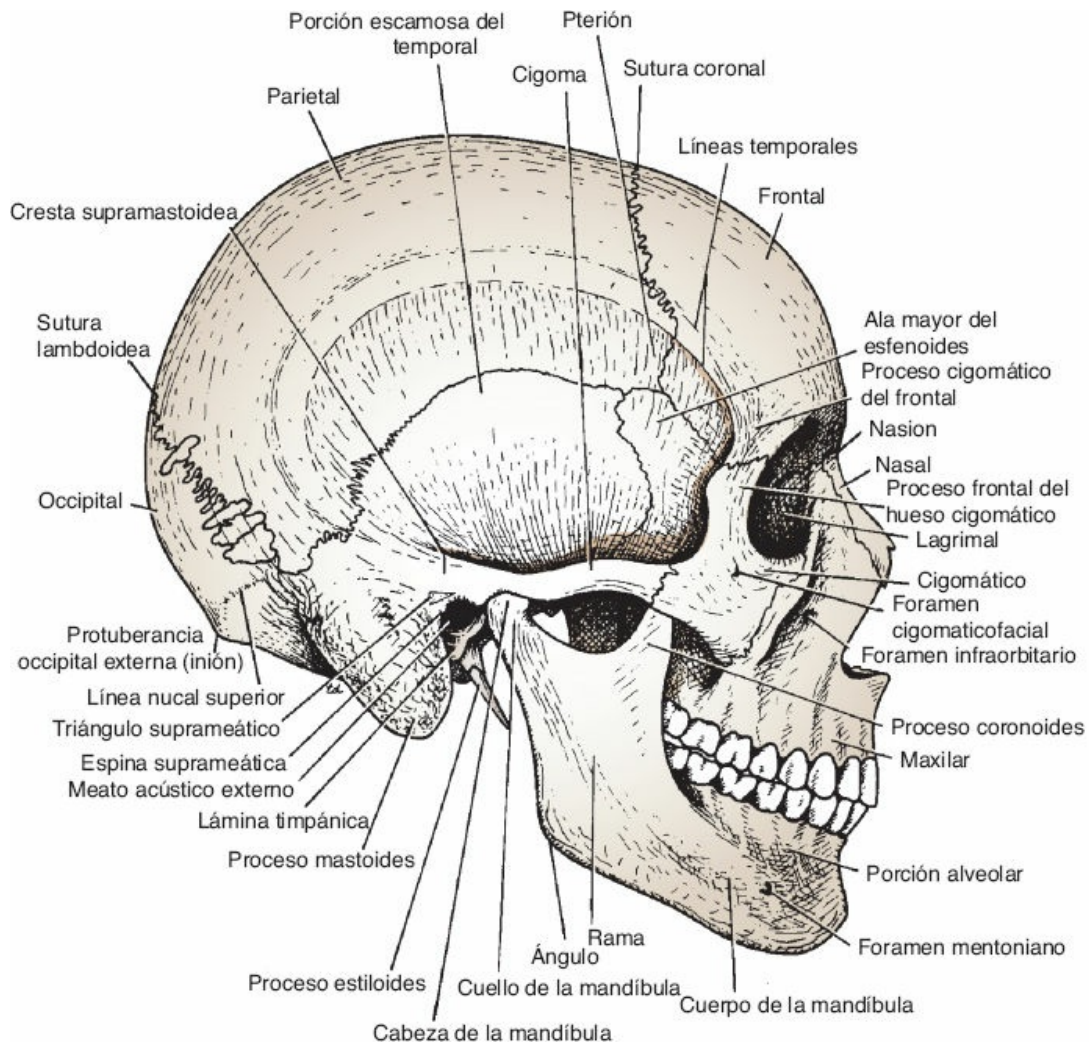


Figura 12-3. Huesos de la cara lateral del cráneo.

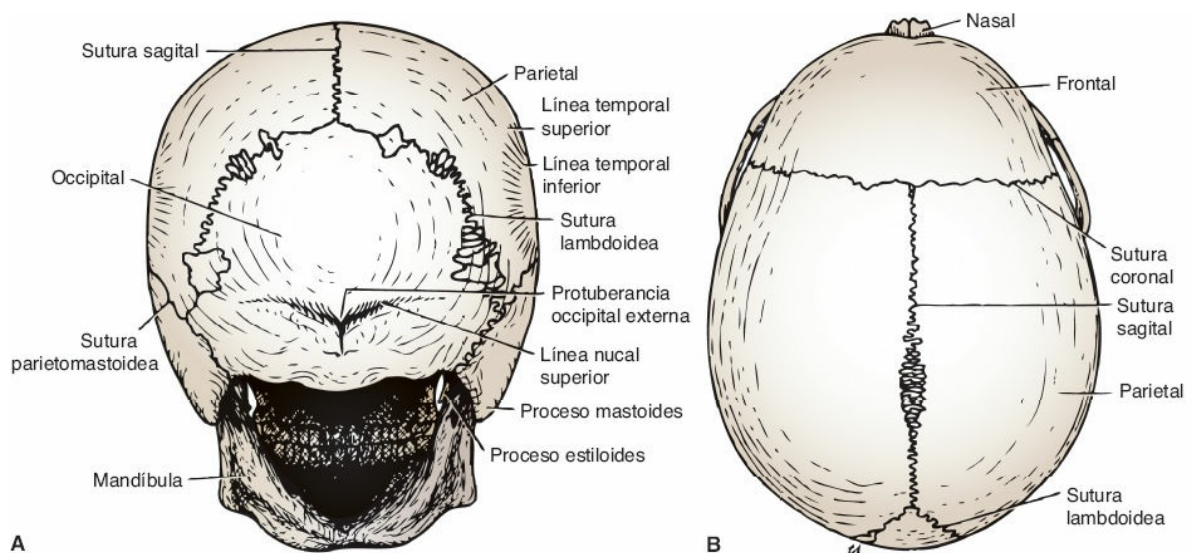


Figura 12-4. Caras posterior (A) y superior (B) de los huesos del cráneo.

Los dos **huesos nasales** forman el puente de la nariz. Sus bordes inferiores, con el maxilar, forman el **orificio nasal anterior**. La cavidad nasal está dividida

en dos por el **tabique nasal óseo**, que está formado en gran parte por el vómer y también por la **lámina perpendicular del etmoides**. Las **conchas nasales (o cornetes) superior y media** son láminas óseas que se proyectan hacia la cavidad nasal desde el hueso etmoides a cada lado. Las **conchas nasales o cornetes inferiores** son huesos individuales.

Los dos **huesos maxilares** constituyen el maxilar superior, la parte anterior del paladar duro, parte de las paredes laterales de las cavidades nasales y parte del suelo de las cavidades orbitarias. Los dos huesos se unen en la línea media, en la sutura intermaxilar, y forman el borde inferior del orificio nasal anterior. El foramen infraorbitario perfora el maxilar por debajo de la órbita. El proceso alveolar se proyecta inferiormente y, junto con su homóloga del lado opuesto, forma el arco alveolar, que contiene los dientes superiores. Cada maxilar contiene una gran cavidad en forma de pirámide recubierta de mucosa: el seno maxilar. Este seno paranasal se comunica con la cavidad nasal y sirve para aligerar el esqueleto facial y actuar como un resonador de la voz.

El hueso cigomático forma la prominencia de la mejilla y parte de la pared lateral y el suelo de la cavidad orbitaria. Medialmente, se articula con el maxilar, y lateralmente, con el proceso cigomático del hueso temporal para formar el arco cigomático. Dos forámenes perforan el hueso cigomático para los nervios cigomaticofacial y cigomaticotemporal.

La mandíbula, o maxilar inferior, está formada por un cuerpo horizontal y dos ramas verticales (*véase más adelante*).

Vista lateral

El **hueso frontal** forma la parte anterior del cráneo y se articula con el hueso parietal en la **sutura coronal** (*véase fig. 12-3*).

Los **huesos parietales** forman los lados y el techo del cráneo y se articulan entre sí en la línea media, en la **sutura sagital**. Se articulan con el hueso occipital posteriormente, en la **sutura lambdoidea**.

La **porción escamosa del hueso occipital**, partes del **hueso temporal** (es decir, la **porción escamosa**, la **timpánica**, el **proceso mastoideo**, el **proceso estiloides** y el **proceso cigomático**) y el **ala mayor del esfenoides** completan el cráneo en la parte lateral. Obsérvese la posición del **meato acústico externo**. La **rama** y el **cuerpo de la mandíbula** yacen inferiormente.

En la parte más delgada de la pared lateral del cráneo, el ángulo anteroinferior del hueso parietal se articula con el ala mayor del esfenoides. Este punto se conoce como **pterión**. Clínicamente, el pterión es un área importante porque se encuentra a la altura de la **división anterior de la arteria y las venas meníngeas medias**.

Identifíquense las **líneas temporales superior e inferior**, que comienzan como una sola línea desde el borde posterior del proceso cigomático del hueso frontal y divergen a medida que se arquean posteriormente. La **fosa temporal** se localiza por debajo de la línea temporal inferior.

La **fosa infratemporal** se localiza por debajo de la **cresta infratemporal** del

ala mayor del esfenoides. La **fisura pterigomaxilar** es una abertura vertical que se localiza dentro de la fosa entre el proceso pterigoideo del hueso esfenoides y el dorso del maxilar. Conduce medialmente hacia el interior de la **fosa pterigopalatina**.

La **fisura orbitaria inferior** es una abertura horizontal entre el ala mayor del esfenoides y el maxilar. Conduce anteriormente hacia el interior de la órbita.

La **fosa pterigopalatina** es un pequeño espacio posteroinferior a la cavidad orbitaria. Se comunica lateralmente con la fosa infratemporal a través de la fisura pterigomaxilar, medialmente con la cavidad nasal a través del **foramen esfenopalatino**, superiormente con la cavidad craneal a través del **foramen redondo mayor** y anteriormente con la órbita a través de la **fisura orbitaria inferior**.

Vista posterior

Las partes posteriores de los dos huesos parietales con la **sutura sagital** se localizan superiormente (véase [fig. 12-4A](#)). Inferiormente, los huesos parietales se articulan con la **porción escamosa del hueso occipital** en la **sutura lambdoidea**. El hueso occipital se articula con el hueso temporal a cada lado. Una elevación rugosa, la **protuberancia occipital externa**, se localiza en la línea media del hueso occipital y proporciona inserción a los músculos y el ligamento nuchal. Las **líneas nuchales superiores** se extienden lateralmente hacia el hueso temporal a ambos lados de la protuberancia.

Vista superior

Anteriormente, el hueso frontal se articula con los dos huesos parietales en la **sutura coronal** (véase [fig. 12-4B](#)). En ocasiones, las dos mitades del hueso frontal no se fusionan, lo que deja una **sutura metópica** en la línea media. Posteriormente, los dos huesos parietales se articulan en la línea media en la **sutura sagital**.

Vista inferior

La parte anteroinferior del cráneo está formada por el **paladar duro**, compuesto por los **procesos palatinos de los maxilares** y los **procesos horizontales (proceso palatinos) de los huesos palatinos** ([fig. 12-5](#)). El foramen incisivo está en la línea media anterior, y los **forámenes palatinos mayor y menor** se hallan en posición posterolateral.

Las **coanas (aberturas nasales posteriores)** se ubican superiores al borde posterior del paladar duro. Estas están separadas entre sí por el **borde posterior del vómer** y limitadas lateralmente por las **láminas pterigoideas mediales** del hueso esfenoides. El extremo inferior de la lámina pterigoidea medial se prolonga como una espina ósea curva, el **gancho del proceso pterigoides**.

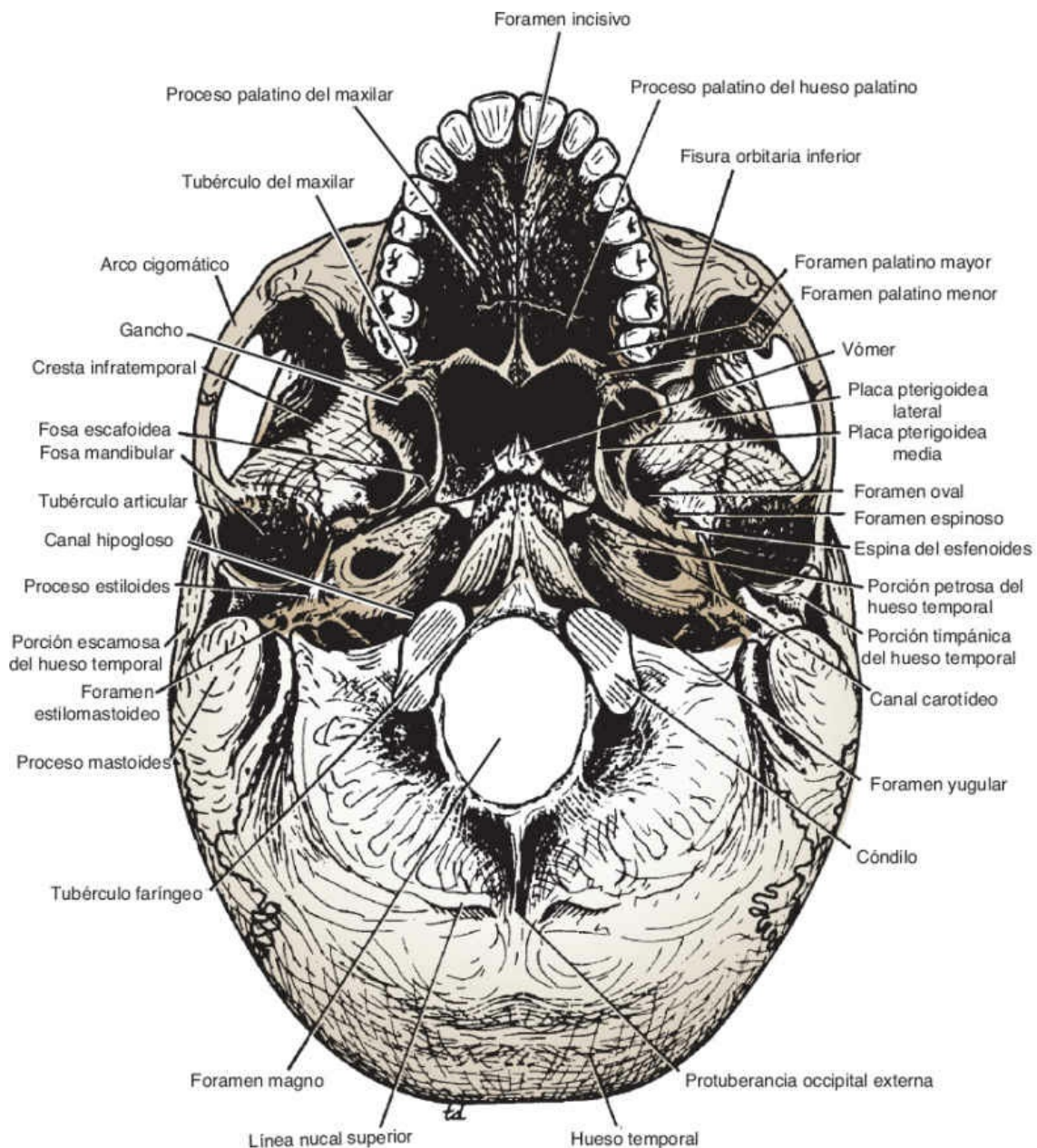


Figura 12-5. Cara inferior de la base del cráneo.

El gran **foramen oval** y el pequeño **foramen espinoso** perforan el ala mayor del esfenoides en posición posterolateral con respecto a la **lámina pterigoidea lateral**. La espina del esfenoides se localiza en posición posterolateral con respecto al foramen espinoso.

Un surco para la porción cartilaginosa de la tuba auditiva (de Eustaquio) se ubica posterior a la espina del esfenoides, en el intervalo situado entre el ala mayor del esfenoides y la porción petrosa del hueso temporal. Este surco conduce hacia la abertura de la porción ósea de la tuba auditiva.

La fosa mandibular del hueso temporal y el tubérculo articular forman las caras articulares superiores para la articulación temporomandibular. La fisura escamotimpánica separa la fosa mandibular de la lámina timpánica posteriormente. El nervio cuerda del tímpano sale de la cavidad timpánica a través del extremo medial de esta fisura.

El proceso estiloides del hueso temporal se proyecta anteroinferiormente desde su cara inferior. La abertura del canal carotídeo se localiza en la cara inferior de la porción petrosa del hueso temporal.

El extremo medial de la porción petrosa del hueso temporal es irregular y, junto con la porción basilar del hueso occipital y el ala mayor del esfenoides, forman el *foramen lacerum* (foramen rasgado). Con el paso de los años, el *foramen lacerum* se cierra principalmente con tejido fibroso, y solo unas pocas pequeñas estructuras pueden pasar a través de este foramen desde la cavidad craneal hacia el exterior.

La lámina timpánica, una parte del hueso temporal, tiene forma de “C” (cuando se secciona) y forma la porción ósea del meato acústico externo. Cuando se examina esta región, la cresta suprameática debe identificarse en la cara lateral de la porción escamosa del hueso temporal, el triángulo suprameático y la espina suprameática.

El **foramen estilomastoideo** se localiza en el intervalo entre los procesos estiloides y mastoides. Medial con respecto al proceso estiloides, la porción petrosa del hueso temporal tiene una muesca profunda que, junto con otra menos profunda del hueso occipital, forma el **foramen yugular**.

El hueso esfenoides y la **porción basilar del hueso occipital** se ubican posteriores a las aberturas nasales posteriores y anteriores al foramen magno. El **tubérculo faríngeo** es una pequeña prominencia de la línea media en la superficie inferior de la porción basilar del hueso occipital.

Los **cóndilos occipitales** son grandes prominencias redondeadas a cada lado del **foramen magno**. Se articulan con la cara superior de la masa lateral de la vértebra C1: el atlas. El **canal hipogloso** para la transmisión del nervio hipogloso se localiza en posición anterosuperior con respecto al cóndilo occipital.

La **protuberancia occipital externa** es una elevación de la línea media posterior al foramen magno. Las **líneas nucales superiores** se curvan lateralmente a cada lado.

Cavidad craneal

La cavidad craneal contiene el encéfalo y sus meninges circundantes, porciones de los nervios craneales, arterias, venas y senos venosos.

Bóveda craneal (calvaria)

La superficie interna de la bóveda craneal muestra las suturas coronal, sagital y lambdoidea. Un surco sagital poco profundo que alberga el **seno sagital superior** discurre en la línea media. A cada lado del surco hay varias **fositas granulares**, que albergan las **lagunas laterales** y las **granulaciones aracnoideas** (véase descripción más adelante sobre la aracnoides). Hay varios surcos estrechos para las divisiones anterior y posterior de los **vasos meníngeos medios** a medida ascienden por la pared lateral del cráneo desde el foramen espinoso hacia la bóveda.

Base del cráneo

El interior de la base del cráneo se divide en tres **fosas craneales**: **anterior**, **media** y **posterior** (fig. 12-6). La fosa craneal anterior está separada de la media por el **ala menor del esfenoides**. La fosa craneal media está separada de la posterior por la **porción petrosa del hueso temporal**.

FOSA CRANEAL ANTERIOR

La fosa craneal anterior alberga los lóbulos frontales de los hemisferios cerebrales. Está limitada anteriormente por la cara interna del hueso frontal (véase fig. 12-6). Su límite posterior es el ala inferior afilada del esfenoides, que se articula lateralmente con el hueso frontal y alcanza el ángulo anteroinferior del hueso parietal en el pterión. El extremo medial del ala menor del esfenoides forma el **proceso clinoides anterior** a cada lado, que le proporciona fijación al tentorio (tienda) del **cerebelo**. La porción media de la fosa craneal anterior está limitada posteriormente por el **surco para el quiasma óptico**.

Las láminas orbitarias estriadas del hueso frontal forman el suelo lateral de la fosa, y la **lámina cribosa del etmoides** forma el suelo medialmente. La **crista galli** es una aguda proyección con orientación superior del etmoides en la línea media para la unión de la **hoz del cerebro**. Junto a la *crista galli*, una estrecha hendidura en la lámina cribosa permite el paso del **nervio etmoidal anterior** hacia la cavidad nasal. La cara superior de la lámina cribosa sostiene los bulbos olfatorios, y las pequeñas perforaciones en dicha lámina permiten el paso de los nervios olfatorios.

FOSA CRANEAL MEDIA

La fosa craneal media está formada por una pequeña parte media y expansiones laterales (véase fig. 12-6). El **cuerpo del esfenoides** constituye la parte central más elevada, y las partes laterales forman concavidades a cada lado, que albergan los lóbulos temporales de los hemisferios cerebrales.

Está limitada anteriormente por las alas menores del esfenoides y, posteriormente, por los bordes superiores de las porciones petrosas de los huesos temporales. Lateralmente, se localizan las porciones escamosas de los huesos temporales, las alas mayores del esfenoides y los huesos parietales.

El ala mayor del esfenoides y las porciones escamosas y petrosas del hueso temporal forman el suelo de cada parte lateral de la fosa craneal media.

El hueso esfenoides se asemeja a una mariposa, con el **cuerpo** colocado centralmente y **alas mayores** y **menores** que se extienden a cada lado. El cuerpo del esfenoides contiene los senos aéreos esfenoidales, cubiertos por mucosa y que se comunican con la cavidad nasal. Aligeran el peso del cráneo y sirven como resonadores de la voz.

Anteriormente, el **canal óptico** permite el paso del nervio óptico y la arteria oftálmica, una rama de la arteria carótida interna, a la órbita. La **fisura orbitaria superior**, una gran abertura entre las alas menor y mayor del esfenoides, transmite los nervios lagrimal, frontal, troclear, oculomotor, nasociliar y *abducens*, junto con la vena oftálmica superior. El seno venoso esfenoparietal

discurre medialmente a lo largo del borde posterior del ala menor del esfenoides y drena en el seno cavernoso.

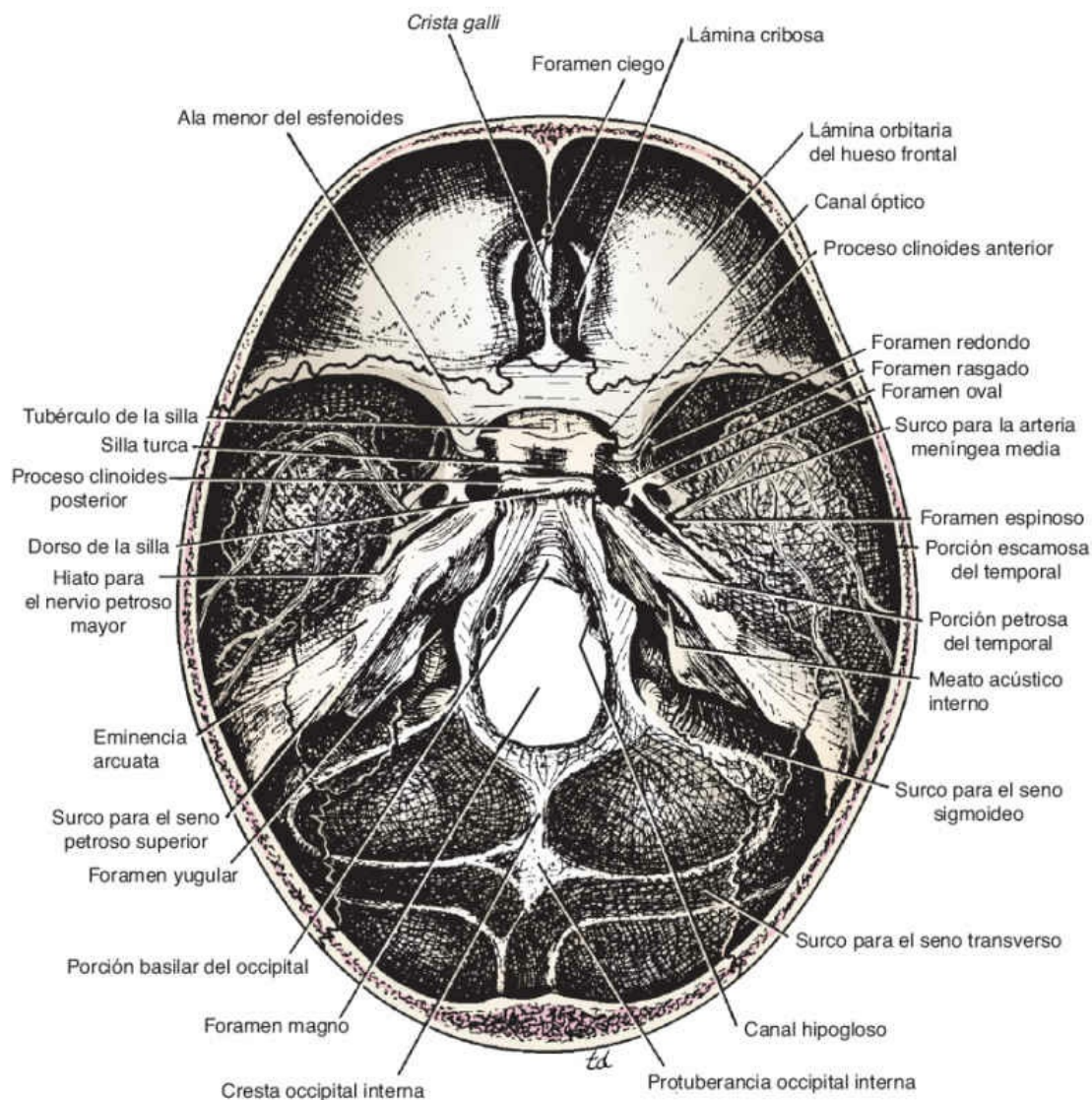


Figura 12-6. Cara interna de la base del cráneo.

El **foramen redondo**, que yace posteriormente al extremo medial de la fisura orbitaria superior, perfora el ala mayor del esfenoides y transmite el nervio maxilar desde el ganglio del trigémino a la fosa pterigopalatina.

El **foramen oval** se localiza en posición posterolateral con respecto al foramen redondo. Perfora el ala mayor del esfenoides y transmite la gran raíz sensitiva y la pequeña raíz motora del nervio mandibular a la fosa infratemporal; el nervio petroso menor también pasa a través de dicho foramen.

El pequeño **foramen espinoso** se localiza en posición posterolateral con respecto al foramen oval y también perfora el ala mayor del esfenoides. Transmite la arteria menígea media desde la fosa infratemporal a la cavidad craneal. A continuación, la arteria discurre anterolateralmente en un surco sobre la cara superior de la porción escamosa del hueso temporal y el ala mayor del

esfenoides. Después de un breve trayecto, la arteria se divide en ramas anterior y posterior. La rama anterior pasa anterosuperiormente al pterión. Aquí, en el hueso se forman profundos surcos a partir de la arteria, un breve trayecto antes de que esta se proyecte posterosuperiormente sobre el hueso parietal. En esta ubicación, la arteria puede dañarse tras recibir golpes laterales en la cabeza. La rama posterior pasa posterosuperiormente a través de la porción escamosa del hueso temporal para alcanzar el hueso parietal.

El **foramen lacerum**, grande e irregular, se localiza entre el vértice de la porción petrosa del hueso temporal y el hueso esfenoides. En el individuo vivo, la abertura inferior del **foramen lacerum** se llena con cartílago y tejido fibroso, y solo pequeños vasos sanguíneos pasan a través de este tejido desde la cavidad craneal hasta el cuello.

El **canal carotídeo** se abre hacia el lado del **foramen lacerum** por encima de la abertura inferior cerrada. La arteria carótida interna entra en el foramen a través del canal carotídeo e inmediatamente gira superiormente para alcanzar el lado del cuerpo del hueso esfenoides. Aquí, la arteria gira en dirección anterior en el seno cavernoso para alcanzar la región del proceso clinoides anterior. En este punto, la arteria carótida interna gira vertical y superiormente, medial (véase [fig. 12-30](#)) con respecto al proceso clinoides anterior, y sale del seno cavernoso.

Lateral al **foramen lacerum**, hay una **impresión** en el vértice de la porción petrosa del hueso temporal para el **ganglio del trigémino**. En la cara anterior de la porción petrosa del hueso temporal, hay dos surcos para el paso de nervios. El surco medial de tamaño más grande es para el **nervio petroso mayor**, un ramo del nervio facial. El surco lateral más pequeño es para el **nervio petroso menor**, un ramo del plexo timpánico. El nervio petroso mayor entra en el **foramen lacerum** profundo al ganglio del trigémino y se une al **nervio petroso profundo** (fibras simpáticas alrededor de la arteria carótida interna) para formar el **nervio del canal pterigoideo**. El nervio petroso menor pasa anteriormente hacia el foramen oval.

El nervio *abducens* se curva bruscamente en dirección anterior a través del vértice del hueso petroso, medial al ganglio del trigémino. Aquí, sale de la fosa craneal posterior y entra en el seno cavernoso.

La **eminencia arcuata** es una eminencia redondeada en la cara anterior de la porción petrosa del temporal, ocasionada por la presencia del canal semicircular superior subyacente.

El **techo del tímpano**, una delgada lámina ósea, es una extensión anterior de la porción petrosa del hueso temporal que colinda con la porción escamosa del hueso. De posterior a anterior, forma el techo del antro mastoideo, la cavidad timpánica y la tuba (trompa) auditiva. Esta lámina delgada de hueso es la única barrera relevante que separa las infecciones en la cavidad timpánica del lóbulo temporal del hemisferio cerebral (véase [fig. 12-70](#)).

El cuerpo del hueso esfenoides forma la parte media de la fosa craneal media. Por delante, se ubica el **surco quiasmático**, que está relacionado con el quiasma óptico y conduce lateralmente al **canal óptico** en cada lado. Posterior al surco hay una elevación, el **tubérculo de la silla**. Posterior a la elevación hay una

profunda depresión, la **silla turca**, donde se halla la glándula hipófisis. Una lámina cuadrada de hueso, el **dorso de la silla**, limita la silla turca posteriormente. Los ángulos superiores del dorso de la silla tienen dos tubérculos, los **procesos clinoides posteriores**, que proporcionan inserción al borde fijo del tentorio (tienda) del cerebelo.

El seno cavernoso está directamente relacionado con el lado del cuerpo del esfenoides (véanse figs. 12-28 y 12-29).

FOSA CRANEAL POSTERIOR

La fosa craneal posterior es profunda y alberga las partes del rombencéfalo, es decir, el cerebelo, el puente y la médula oblongada (bulbo raquídeo). Anteriormente, el **borde superior de la porción petrosa del hueso temporal** delimita la fosa. El límite posterior está constituido por la cara interna de la **porción escamosa del hueso occipital** (véase fig. 12-6). El suelo de la fosa posterior está formado por las **porciones basilar, condilar y escamosa del hueso occipital** y la **porción mastoidea del hueso temporal**.

El techo de la fosa se conforma por un pliegue de la duramadre, el **tentorio (tienda) del cerebelo**, que está entre el cerebelo inferiormente y los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales superiormente (véase fig. 12-28).

El **foramen magno** (occipital) (véase fig. 12-29) ocupa el área central del suelo y transmite la médula oblongada y las meninges circundantes, las porciones espinales ascendentes de los nervios accesorios y las dos arterias vertebrales.

El **canal hipogloso** se localiza superior al límite anterolateral del foramen magno y transmite el nervio hipogloso.

El **foramen yugular** se localiza entre el borde inferior de la porción petrosa del hueso temporal y la porción condilar del hueso occipital. Transmite las siguientes estructuras en secuencia anteroposterior: el seno petroso inferior, los nervios craneales IX, X y XI, y el gran seno sigmoideo. El seno petroso inferior desciende en el surco sobre el borde inferior de la porción petrosa del hueso temporal para alcanzar el foramen. El seno sigmoideo recorre el foramen para convertirse en la vena yugular interna.

El **meato acústico interno** perfora la cara posterior de la porción petrosa del hueso temporal. Transmite el nervio vestibulococlear y las raíces motoras y sensitivas del nervio facial.

La **cresta occipital interna** se extiende superiormente en la línea media posteriormente desde el foramen magno a la protuberancia occipital interna. La pequeña hoz del cerebelo se inserta en esta cresta sobre el seno occipital.

Un amplio **surco para el seno transversal** se localiza a cada lado de la protuberancia occipital interna. Este surco gira alrededor de cada lado, en la cara interna del hueso occipital, para alcanzar el ángulo posteroinferior de la porción petrosa del hueso temporal. A continuación, el surco pasa a la porción mastoidea del hueso temporal y, en este sitio, el seno transversal pasa a ser el seno sigmoideo. El seno petroso superior se dirige posteriormente a lo largo del borde superior del hueso petroso en un surco estrecho y drena en el seno sigmoideo. A

medida que el seno sigmoideo desciende hacia el foramen yugular, origina surcos profundos en la cara posterior de las porciones petrosa y mastoidea del hueso temporal. Aquí, se localiza directamente posterior al antro mastoideo.

La [tabla 12-1](#) proporciona un resumen de las aberturas principales de la base del cráneo y las estructuras que pasan a través de las mismas.

Tabla 12-1 Aberturas principales en la base del cráneo y estructuras que pasan a través de ellas

ABERTURA EN EL CRÁNEO	HUESO DEL CRÁNEO	ESTRUCTURA QUE LA ATRAVIESA
Fosa craneal anterior		
Perforaciones en la lámina cribosa	Etmoides	Nervios olfatorios
Fosa craneal media		
Canal óptico	Ala menor del esfenoides	Nervio óptico, arteria oftálmica
Fisura orbitaria superior	Entre las alas menor y mayor del esfenoides	Nervios oculomotor, troclear, nasociliar, frontal, lagrimal y <i>abducens</i> ; vena oftálmica superior
Foramen redondo	Ala mayor del esfenoides	División maxilar del nervio trigémino
Foramen oval	Ala mayor del esfenoides	División mandibular del nervio trigémino, nervio petroso menor
Foramen espinoso	Ala mayor del esfenoides	Arteria meníngea media
Canal carotídeo + foramen rasgado	Entre la porción petrosa del temporal y el esfenoides	Arteria carótida interna
Fosa craneal posterior		
Foramen magno	Occipital	Médula oblongada, porción espinal del nervio accesorio y arterias vertebrales derecha e izquierda
Canal hipogloso	Occipital	Nervio hipogloso
Foramen yugular	Entre la porción petrosa del temporal y la porción condilar del occipital	Nervios glossofaríngeo, vago y accesorio; el seno sigmoideo se convierte en la vena yugular interna
Meato acústico interno	Porción petrosa del temporal	Nervios facial y vestibulococlear



Notas clínicas

Fracturas de cráneo

Las fracturas del cráneo son frecuentes en adultos, y mucho menos habituales en niños pequeños. Los huesos del cráneo del lactante son más resistentes que los del adulto, y están separados por

ligamentos suturales fibrosos. En adultos, la tabla interna del cráneo es particularmente frágil. Además, los ligamentos suturales comienzan a osificarse durante la mediana edad.

El tipo de fractura que se produce en el cráneo depende de la edad del paciente, la gravedad del golpe y el área del cráneo que ha sufrido el traumatismo. El cráneo adulto puede compararse con una cáscara de huevo en el sentido de que tiene una capacidad de recuperación limitada, más allá de la cual se rompe. Un golpe intenso y localizado produce una indentación local, a menudo acompañada de la rotura del hueso. Los golpes en la bóveda a menudo provocan fracturas lineales, que se irradian a través de las áreas delgadas del hueso. Las porciones petrosas de los huesos temporales y las crestas occipitales refuerzan la base del cráneo y tienden a desviar las fracturas lineales.

En niños pequeños, el cráneo se puede comparar con una pelota de tenis de mesa, ya que un golpe localizado produce una depresión sin romperse. Este tipo frecuente de lesión circunscrita se conoce como *fractura “en ping-pong”*.

Fracturas de la fosa craneal anterior

En las fracturas de la fosa craneal anterior, puede dañarse la lámina cribosa del hueso etmoides. Ello generalmente produce el desgarro de las meninges y el mucoperiostio subyacentes. El paciente presenta sangrado por la nariz (**epistaxis**) y pérdida de líquido cefalorraquídeo (**rinorrea cefalorraquídea**). Las fracturas que afectan la lámina orbitaria del hueso frontal provocan una hemorragia por debajo de la conjuntiva y dentro de la cavidad orbitaria, causando **exoftalmia**. Puede afectarse el seno neumático frontal, y originar epistaxis.

Fracturas de la fosa craneal media

Las fracturas de la fosa craneal media son frecuentes, dado que es la parte más débil de la base del cráneo. Anatómicamente, esta debilidad se debe a la presencia de los numerosos forámenes y conductos en esta región. Las cavidades del oído medio y los senos esfenoidales son particularmente vulnerables. Es habitual la filtración de líquido cefalorraquídeo y sangre por el meato acústico externo. Pueden afectarse los nervios craneales VII y VIII cuando pasan a través de la porción petrosa del hueso temporal. Los nervios craneales III, IV y VI pueden dañarse si se rompe la pared lateral del seno cavernoso. La sangre y el líquido cefalorraquídeo pueden filtrarse a los senos esfenoidales y luego a la nariz.

Fracturas de la fosa craneal posterior

En las fracturas de la fosa craneal posterior, la sangre puede filtrarse hacia la nuca del cuello, profunda con respecto a los músculos retrovertebrales. Varios días después, se desplaza entre los músculos y aparece en el triángulo posterior, cerca del proceso mastoideo. La mucosa del techo de la nasofaringe puede romperse y la sangre puede escapar por allí. En las fracturas que afectan el foramen yugular, pueden dañarse los nervios craneales IX, X y XI. Las fuertes paredes óseas del canal hipogloso suelen proteger al nervio hipogloso de posibles lesiones.

Fracturas óseas faciales

Los huesos en desarrollo de la cara de un niño son más flexibles que los de un adulto, y las fracturas pueden ser incompletas o “en tallo verde”. En adultos, la presencia de senos con aire bien desarrollados y las superficies mucoperiosticas de las porciones alveolares de los maxilares superior e inferior hacen que la mayoría de las fracturas faciales deban considerarse fracturas expuestas, susceptibles a infecciones y que requieren tratamiento con antibióticos.

Anatomía de las fracturas faciales más frecuentes

Los accidentes de tránsito, las peleas y las caídas son causas frecuentes de fracturas faciales. Por fortuna, la parte superior del cráneo se desarrolla a partir de una membrana (mientras que el resto lo hace a partir de cartilago). Por lo tanto, esta parte del cráneo en los niños es relativamente flexible y puede absorber una fuerza considerable sin sufrir una fractura.

Los signos de fracturas de los huesos faciales incluyen deformación, desplazamiento ocular o movimientos anómalos acompañados de crepitación y maloclusión de los dientes. Después de la fractura de los huesos por los cuales pasan a la piel los ramos del nervio trigémino se provoca anestesia o parestesia de la piel del rostro.

Los músculos de la cara son finos y débiles y causan pequeños desplazamientos de fragmentos

óseos (p. ej., no se necesita una fijación prolongada una vez que se ha reducido la fractura del maxilar). Sin embargo, en el caso de la mandíbula, los resistentes músculos de la masticación pueden provocar un desplazamiento considerable, que requiere largos períodos de fijación.

Las fracturas faciales más frecuentes afectan a los huesos nasales, seguidos del hueso cigomático y luego la mandíbula. Se requiere una fuerza enorme para fracturar los huesos maxilares y las crestas supraorbitarias de los huesos frontales.

Fracturas nasales

Debido a la prominencia de la nariz, las fracturas de los huesos nasales son las fracturas faciales más frecuentes. Dado que los huesos están revestidos de mucoperiostio, la fractura se considera expuesta; la piel suprayacente también puede lacerarse. Aunque la mayoría son fracturas simples y se reducen con anestesia local, algunas están asociadas con lesiones graves en el tabique nasal y requieren un tratamiento cuidadoso con anestesia general.

Fracturas maxilofaciales

En general, las fracturas maxilofaciales ocurren como resultado de un traumatismo facial masivo. Se produce edema facial extenso, movilidad mediofacial del hueso subyacente (a la palpación), maloclusión de los dientes con mordida abierta anterior y, posiblemente, pérdida de líquido cefalorraquídeo (**rinorrea cefalorraquídea**) debido a la fractura de la lámina cribosa del etmoides. Puede haber visión doble (**diplopia**) por daños en la pared orbitaria. En las fracturas del cuerpo del maxilar puede haber afectación del nervio infraorbitario, acompañado de anestesia o parestesia de la piel de la mejilla y las encías superiores. A veces, en las fracturas del maxilar se presenta hemorragia nasal. La sangre entra en el seno maxilar y luego se filtra hacia la cavidad nasal.

Las fracturas se clasifican como Le Fort de tipo I, II o III, según la línea de fractura. Estas fracturas se resumen en la [figura 12-7](#).

Fracturas en estallido del maxilar

Un golpe grave de la órbita (como en el caso de un pelotazo en el béisbol) puede hacer que el contenido de la cavidad orbitaria estalle inferiormente a través del suelo de la órbita hacia el seno maxilar. Puede producirse daño del nervio infraorbitario, lo que conduce a alteraciones en la sensibilidad en la piel de la mejilla, el labio superior y las encías.

Fracturas del cigoma o el arco cigomático

Un golpe en un lado de la cara puede fracturar el cigoma o el arco cigomático. Aunque puede ocurrir como una fractura aislada, como en el caso de un puñetazo, puede asociarse con otras fracturas de la cara, como se observa a menudo en los accidentes de tráfico.

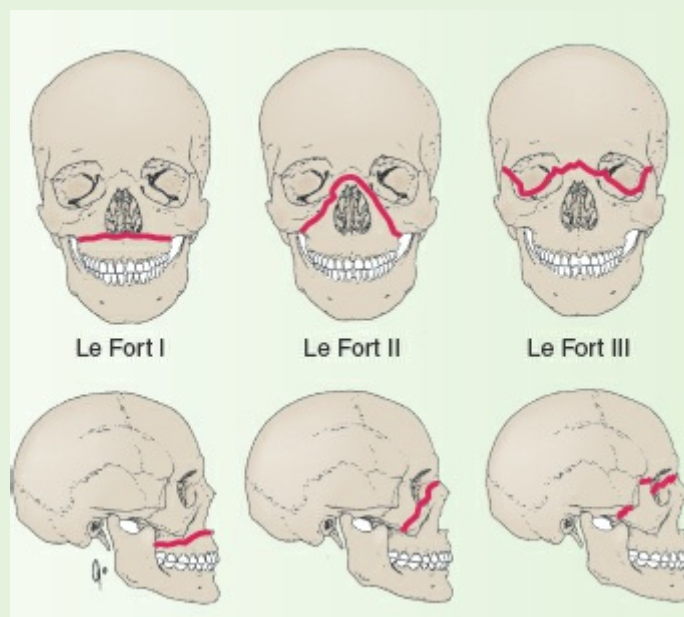


Figura 12-7. Clasificación de Le Fort de las fracturas maxilofaciales. La *línea roja* marca la línea de fractura.

Mandíbula

La mandíbula (maxilar inferior) es el hueso más grande y más resistente de la cara. Se articula con el cráneo en la **articulación temporomandibular** (véase fig. 12-3). La mandíbula está formada por un **cuerpo** en forma de herradura, más horizontal, y un par de **ramas** verticales. El cuerpo de la mandíbula se une con la rama a cada lado en el **ángulo** de la mandíbula (fig. 12-8).

La **sínfisis del mentón** (o de la mandíbula) es una cresta superficial en la línea media externa del cuerpo de la mandíbula. Indica la línea de fusión de las dos mitades de la mandíbula durante el desarrollo. El **foramen mentoniano** se ubica por debajo del segundo diente premolar; transmite los ramos terminales del nervio alveolar inferior y los vasos.

Las **espinas mentonianas (tubérculos genianos)** están en la línea media de la cara medial del cuerpo de la mandíbula; en ellas se originan los músculos genioglosos por encima y los músculos geniohioideos por debajo. La **línea milohioidea** es una cresta oblicua que se extiende posterolateralmente desde el área de las espinas mentonianas a un área posteroinferior al tercer molar. La **fosa submandibular**, para la parte superficial de la glándula salivar submandibular, se halla por debajo de la parte posterior de la línea milohioidea. La **fosa sublingual**, para la glándula sublingual, se localiza por encima de la parte anterior de la línea milohioidea.

El borde superior del cuerpo de la mandíbula es la **porción alveolar**; en el adulto, contiene 16 cavidades para las raíces dentarias. La **base** es el borde inferior del cuerpo de la mandíbula. La **fosa digástrica** es una pequeña y rugosa depresión en la base, a cada lado de la sínfisis mentoniana. Los vientres anteriores de los músculos digástricos se insertan en estas fosas.

La rama de la mandíbula tiene un **proceso coronoides** anterior y un **proceso condiloideo** posterior, o **cabeza**. Un corto **cuello** yace inferior con respecto a la cabeza. La **escotadura mandibular** separa los procesos coronoides y condiloideo. El músculo temporal se inserta en las caras anterior y medial del proceso coronoides.

Los sitios para la inserción del músculo masetero se localizan en la cara lateral de la rama. El **foramen mandibular** se localiza en la cara medial; transmite el nervio y los vasos alveolares inferiores. La **lígula** es una proyección por delante del foramen mandibular para la inserción del ligamento esfenomandibular (fig. 12-9; véase también fig. 12-8). El foramen conduce hacia el interior del **canal mandibular**, que se abre en la cara lateral del cuerpo de la mandíbula en el **foramen mentoniano** (véase antes). El **canal incisivo** es la continuación anterior del conducto mandibular más allá del foramen mentoniano y por debajo de los dientes incisivos.



Notas clínicas

Fracturas de la mandíbula

La mandíbula presenta forma de herradura y es parte de un anillo óseo junto con las dos articulaciones temporomandibulares y la base del cráneo. El efecto traumático se transmite alrededor del anillo, causando una fractura única o múltiples fracturas de la mandíbula, a menudo alejadas del punto de impacto.

Las inserciones musculares y ligamentosas importantes de la mandíbula se muestran en la [figura 12-8](#).

Articulación temporomandibular

La articulación temporomandibular (ATM) es una articulación sinovial entre el **tubérculo articular** y la porción anterior de la **fosa mandibular** del hueso temporal superiormente y la **cabeza (proceso condiloideo)** de la mandíbula inferiormente (figs. 12-10 y 12-11; véase también [fig. 12-9](#)). La **cápsula** rodea la articulación y está insertada, por encima, en el tubérculo articular y los bordes de la fosa mandibular y, por debajo, en el cuello de la mandíbula.

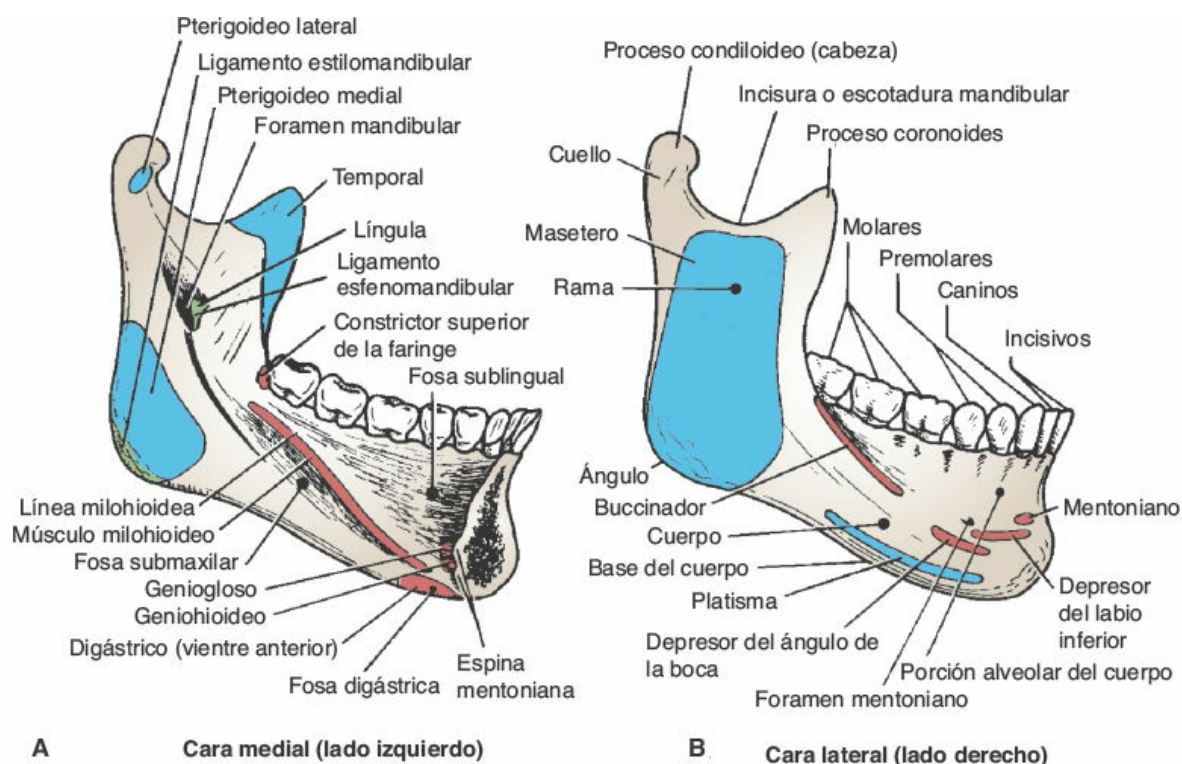


Figura 12-8. Caras medial (A) y lateral (B) de la mandíbula.

Ligamentos

El **ligamento temporomandibular lateral** fortalece la cara lateral de la cápsula, y sus fibras se dirigen posteroinferiormente desde el tubérculo en la raíz del arco cigomático hasta la cara lateral del cuello de la mandíbula (véase [fig. 12-9](#)). Este ligamento limita el movimiento de la mandíbula en dirección posterior, protegiendo así el meato acústico externo.

El **ligamento esfenomandibular** se localiza en el lado medial de la articulación. Es una banda delgada que se inserta superiormente a la espina del esfenoides e inferiormente en la lingula del foramen mandibular. Representa los restos del primer arco faríngeo en esta región.

El **ligamento estilomandibular** se localiza posterior y medial a la articulación y a cierta distancia de ella. En realidad, representa un engrosamiento la fascia cervical profunda que se extiende desde el vértice del proceso estiloides hasta el ángulo de la mandíbula.

Disco articular

Un **disco articular** fibrocartilaginoso separa las superficies óseas y divide la ATM en dos compartimentos, superior e inferior (véase [fig. 12-11](#)). El disco es una lámina ovalada que se inserta circunferencialmente en la cápsula. También se inserta anteriormente en el tendón del músculo pterigoideo lateral y, mediante bandas fibrosas, a la cabeza de la mandíbula. Estas bandas aseguran que el disco se mueva hacia adelante y hacia atrás, junto con la cabeza de la mandíbula durante la protracción y la retracción de la mandíbula. La cara superior del disco es concavoconvexa anterior a posterior para adaptarse a la forma del tubérculo articular y la fosa mandibular; la cara inferior es cóncava para poder acomodar la cabeza de la mandíbula. La membrana sinovial reviste la cápsula en ambas cavidades, superior e inferior, de la articulación.

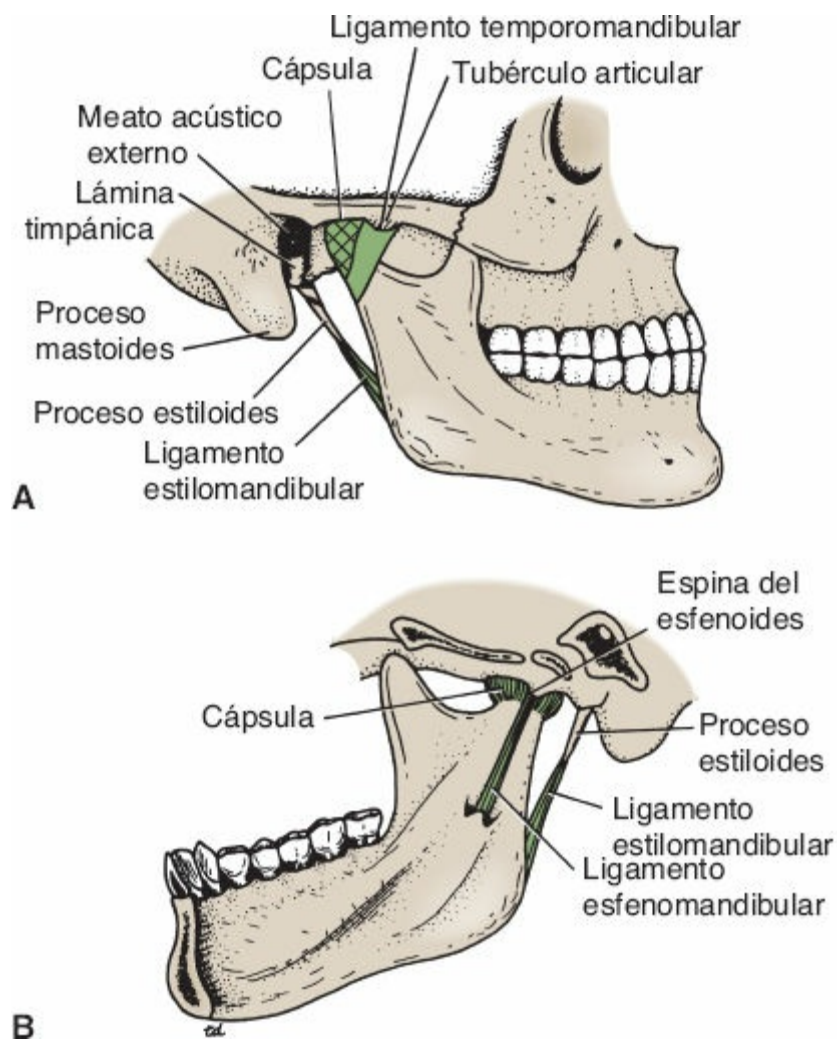


Figura 12-9. Caras lateral (A) y medial (B) de la articulación temporomandibular.

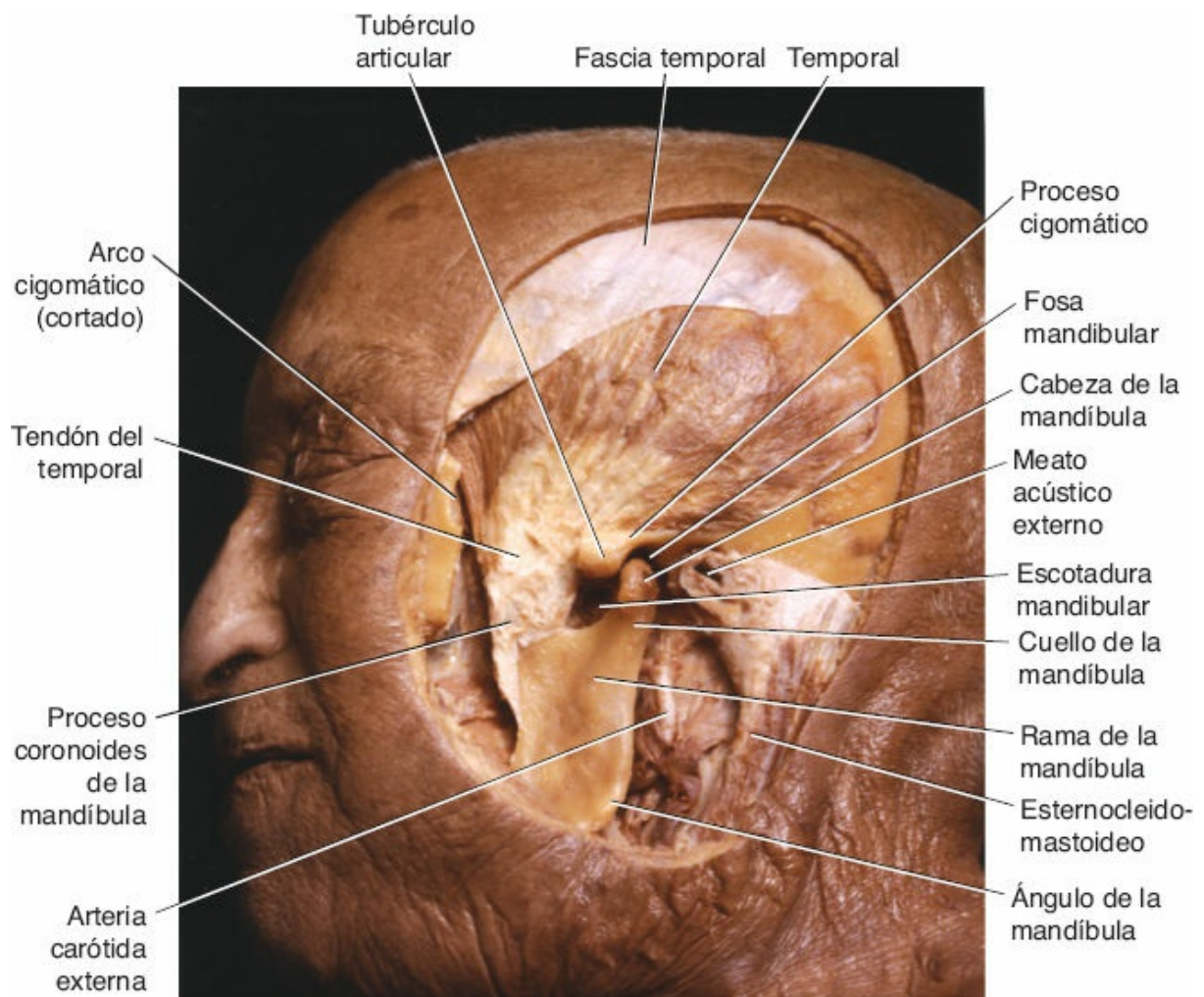


Figura 12-10. Disección de la ATM izquierda. La cápsula y el ligamento temporomandibular lateral se han retirado para mostrar el interior de la articulación. Obsérvense el tubérculo articular y la fosa mandibular del hueso temporal y la cabeza de la mandíbula. El disco articular se localiza dentro de la cavidad articular en la cara superior de la cabeza de la mandíbula.

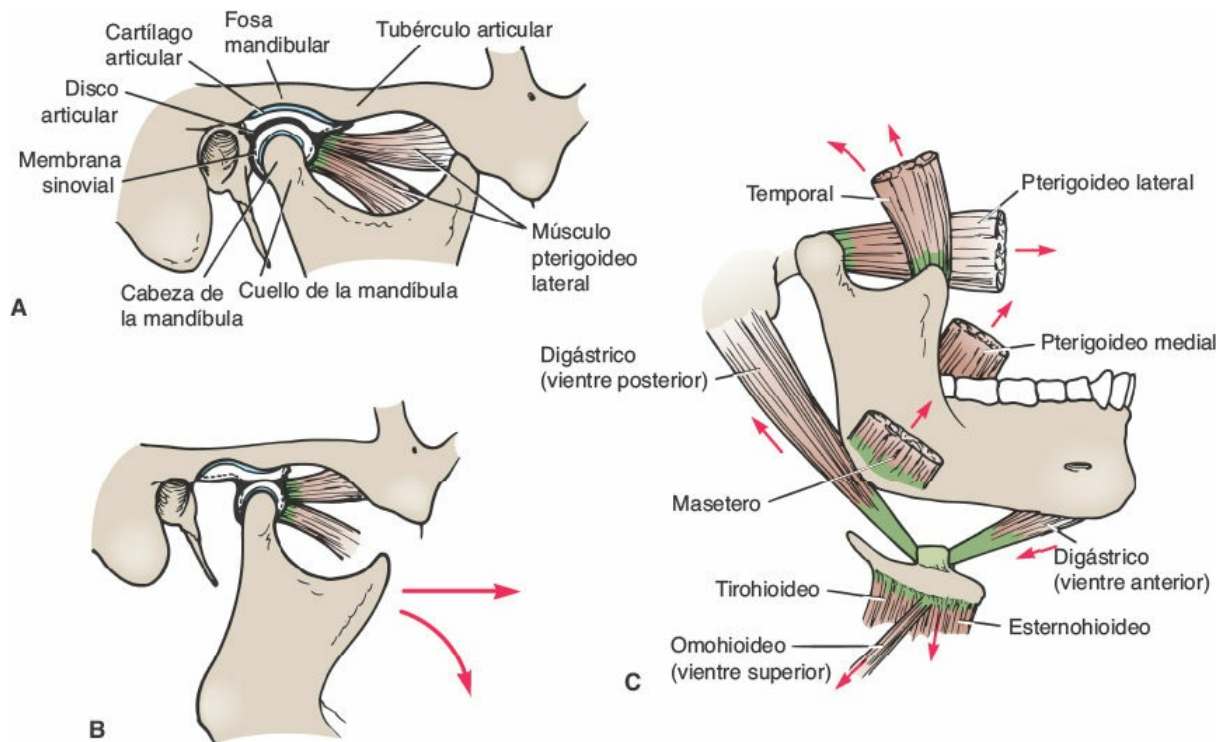


Figura 12-11. Articulación temporomandibular con la boca cerrada (A) y abierta (B). Obsérvense en cada caso la posición de la cabeza de la mandíbula y el disco articular en relación con el tubérculo articular. C. Inserción de los músculos de la masticación en la mandíbula. Las *flechas* indican la dirección de sus acciones.

Inervación

La inervación la llevan a cabo los ramos auriculotemporales y masetéricos del nervio mandibular.

Movimientos

La mandíbula puede descender, elevarse, sobresalir (protruir) y retraerse. También puede rotar, como en la masticación. En la posición de reposo, los dientes de los maxilares superior e inferior están ligeramente separados. Al cerrar los maxilares, los dientes entran en contacto (**oclusión**).

Los músculos de la masticación se resumen en la [tabla 12-2](#) y la [figura 12-11](#).

Tabla 12-2 Músculos de la masticación

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Masetero	Arco cigomático	Cara lateral de la rama de la mandíbula	División mandibular del nervio trigémino	Eleva la mandíbula para ocluir los dientes.
Temporal	Suelo de la fosa temporal	Proceso coronoides de la mandíbula	División mandibular del nervio trigémino	Las fibras anteriores y superiores elevan la mandíbula; las fibras posteriores retraen la mandíbula.
Pterigoideo lateral (dos cabezas)	Ala mayor del esfenoides y lámina pterigoidea lateral	Cuello de la mandíbula y disco articular	División mandibular del nervio trigémino	Estira el cuello de la mandíbula hacia adelante (protracción).
Pterigoideo medial (dos cabezas)	Tuberosidad del maxilar y lámina pterigoidea lateral	Cara medial del ángulo de la mandíbula	División mandibular del nervio trigémino	Eleva la mandíbula.

DESCENSO DE LA MANDÍBULA

Al abrir la boca, la cabeza de la mandíbula rota sobre la superficie inferior del disco articular alrededor de un eje horizontal. Para evitar que el ángulo de la mandíbula incida innecesariamente sobre la glándula parótida y el músculo esterno cleidomastoideo, la mandíbula se estira hacia adelante (protracción). Ello se logra mediante la contracción del músculo pterigoideo lateral, que estira hacia adelante el cuello de la mandíbula y el disco articular para que este último se mueva hacia el tubérculo articular (véase [fig. 12-11](#)). La tensión del tejido fibroelástico limita el movimiento hacia adelante del disco, que lo sujeta al hueso temporal posteriormente.

La contracción de los músculos digástricos, geniohioideos y milohioideos desencadena la depresión de la mandíbula. Los pterigoideos laterales desempeñan un papel importante en la tracción de la mandíbula hacia adelante.

ELEVACIÓN DE LA MANDÍBULA

En la elevación de la mandíbula, los movimientos se invierten. Primero, la cabeza de la mandíbula y el disco se mueven hacia atrás, y luego la cabeza rota sobre la cara inferior del disco.

La elevación de la mandíbula se produce por la contracción del temporal, el masetero y el pterigoideo medial. La cabeza de la mandíbula se estira hacia atrás por las fibras posteriores del temporal. El disco articular es desplazado hacia atrás por el tejido fibroelástico, que fija el disco al hueso temporal posteriormente.

PROTRUSIÓN DE LA MANDÍBULA

El disco articular se estira hacia adelante sobre el tubérculo anterior, llevando consigo la cabeza de la mandíbula. Todo el movimiento tiene lugar en la cavidad superior de la articulación. En la protrusión, los dientes de la mandíbula se desplazan hacia adelante sobre los dientes del maxilar, debido a la contracción de los músculos pterigoideos laterales de ambos lados, asistidos por ambos pterigoideos mediales.

RETRACCIÓN DE LA MANDÍBULA

El disco articular y la cabeza de la mandíbula son llevados hacia atrás en la fosa mandibular. La contracción de las fibras posteriores del temporal provoca la retracción.

MOVIMIENTOS LATERALES AL MASTICAR

La protrusión y la retracción alternada de la mandíbula a cada lado produce movimientos laterales. Para ello, se produce un cierto nivel de rotación, y los músculos responsables de ambos lados trabajan de forma alterna y no al unísono.

Relaciones consideradas importantes de la articulación temporomandibular:

- **Anteriormente.** Escotadura mandibular y nervio masetérico (véase fig. 12-45).
- **Posteriormente.** Lámina timpánica del meato acústico externo (véase fig. 12-9A) y proceso glenoideo de la glándula parótida.
- **Lateralmente.** Glándula parótida, fascia y piel (véase fig. 12-87).
- **Medialmente.** Arteria y vena maxilares, y nervio auriculotemporal.



Notas clínicas

Importancia clínica de la articulación temporomandibular

La ATM se ubica justo anterior al meato acústico externo. La gran resistencia del ligamento temporomandibular lateral evita que la cabeza de la mandíbula se desplace posteriormente y se fracture la lámina timpánica cuando se produce un golpe fuerte sobre la barbilla.

El disco articular de la ATM puede desprenderse parcialmente de la cápsula; cuando ello ocurre, los movimientos de la articulación originan un característico clic audible.

Dislocaciones de la articulación temporomandibular

Cuando la mandíbula desciende, a veces puede producirse una dislocación. Así, la cabeza de la mandíbula y el disco articular se mueven hacia adelante hasta que alcanzan el vértice del tubérculo articular. En esta posición, la articulación es inestable, y un golpe suave en la barbilla o una contracción repentina de los músculos pterigoideos laterales, como en un bostezo, puede ser suficiente para empujar el disco más allá del vértice. En casos bilaterales, la boca queda fija en una posición abierta, y ambas cabezas de la mandíbula se localizan por delante de los tubérculos articulares. Es posible reducir fácilmente la dislocación presionando hacia abajo, con los pulgares enguantados, los dientes molares inferiores, y empujando la mandíbula hacia atrás. La presión hacia abajo vence la tensión de los músculos temporal y masetero, y la presión hacia atrás supera el espasmo de los músculos pterigoideos laterales.

Cráneo del recién nacido

En comparación con el cráneo adulto, el recién nacido tiene un cráneo desproporcionadamente grande en relación con la cara (fig. 12-12). La relación entre el tamaño de la cara neonatal y el cráneo es de más o menos 1:8, mientras que en el adulto la relación entre el tamaño de la cara y el cráneo es de 1:1. El crecimiento del sistema bucal (maxilares superior e inferior, dientes, músculos de la masticación y lengua) y del sistema respiratorio (cavidades nasales y senos paranasales) durante la infancia desencadena un gran aumento de la longitud de la cara.

Los huesos del cráneo son finos y unilaminares, porque no tienen diploe. La mayoría de los huesos del cráneo están osificados al nacer, pero el proceso es incompleto y los huesos se mueven entre sí, conectados por tejido fibroso o cartílago. Los huesos de la bóveda no están estrechamente entretejidos en las suturas, como en el adulto, sino que están separados por intervalos membranosos breves llamados **fontanelas** (“puntos blandos”). Clínicamente, las fontanelas anterior y posterior son las más importantes, y pueden examinarse fácilmente en la línea media de la bóveda.

La **fontanela anterior (bregmática)** tiene forma de diamante y se localiza

entre las dos mitades del hueso frontal por delante y los dos huesos parietales posteriormente. La membrana fibrosa que forma el suelo de la fontanela anterior se osifica y cierra a los 18 meses de edad. La **fontanela posterior (lambdoidea)** es triangular y se localiza entre los dos huesos parietales por delante y el hueso occipital por detrás. En general, esta fontanela se cierra al final del primer año de vida. A cada lado del cráneo, se ubican dos fontanelas más pequeñas. La **fontanela anterolateral (esfenoidal)** se ubica en la unión del frontal, el parietal, la porción escamosa del temporal y el ala mayor del hueso esfenoides. La **fontanela posterolateral (mastoidea)** se localiza en la unión de los huesos temporal, parietal y occipital.

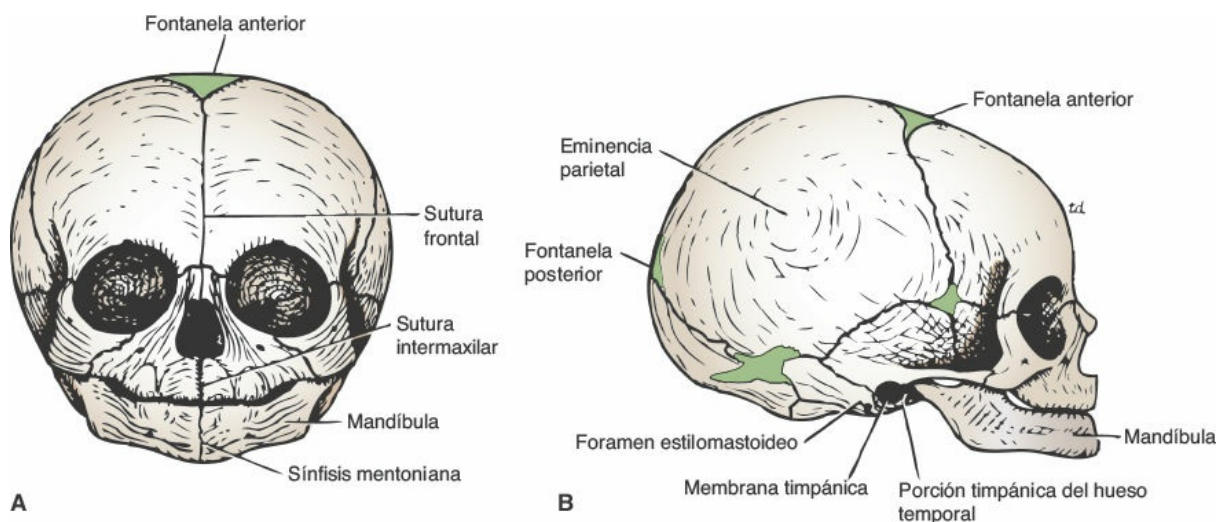


Figura 12-12. Caras anterior (A) y lateral (B) del cráneo neonatal.

Al nacer, la **porción timpánica del hueso temporal** es en realidad un anillo en forma de “C”, a diferencia de la lámina curva en forma de “C” que adquiere con el desarrollo. Así, el meato acústico externo es casi totalmente cartilaginoso en el recién nacido, y la membrana timpánica está más cerca de la superficie. Aunque la membrana timpánica es casi tan grande como en el adulto, tiene una posición más inferior. Durante la infancia, la lámina timpánica crece lateralmente, formando la porción ósea del meato, y la membrana timpánica pasa a ubicarse más lateralmente.

El **proceso mastoideo** no está presente al nacer y se desarrolla más tarde, en respuesta a la tracción del músculo esternocleidomastoideo cuando el niño mueve la cabeza.

Al nacer, el antro mastoideo se localiza a unos 3 mm de profundidad con respecto al suelo del triángulo suprameático. Con el desarrollo del cráneo, la pared ósea lateral se engrosa, y en la pubertad esta distancia puede alcanzar los 15 mm.

Dos huesos dentarios, derecho e izquierdo, unidos por una articulación sinfisaria en la línea media, forman la mandíbula presente al nacer. Ambos dentarios se fusionan en la sínfisis mentoniana al final del primer año y forman la mandíbula única.

El ángulo de la mandíbula es obtuso al nacer. La cabeza se ubica a nivel del borde superior del cuerpo, y el proceso coronoides se localiza en un nivel superior en la cabeza. El ángulo adopta su forma adulta después de la erupción de los dientes permanentes, y la cabeza y el cuello crecen para que la cabeza quede más elevada que el proceso coronoides.

En la vejez, el tamaño de la mandíbula se reduce cuando se pierden los dientes. A medida que la porción alveolar del hueso se hace más pequeña, la rama adopta una posición oblicua, de modo que la cabeza se inclina posteriormente.



Notas clínicas

Fontanelas

La palpación de las fontanelas permite determinar el progreso del crecimiento en los huesos circundantes, el grado de hidratación del bebé (p. ej., si las fontanelas se hunden por debajo de la superficie, el bebé está deshidratado) y el estado de la presión intracraneal (una fontanela abultada indica presión alta).

Pueden obtenerse muestras de líquido cefalorraquídeo mediante la introducción de una aguja larga, oblicuamente, a través de la fontanela anterior, hacia el espacio subaracnoideo o incluso hacia el ventrículo lateral.

En general, clínicamente no es posible palpar la fontanela anterior pasados los 18 meses después del nacimiento, porque los huesos frontales y parietales ya han crecido y cerrado la brecha.

Membrana timpánica

Al nacer, la membrana timpánica se orienta más inferior y menos lateralmente que en la madurez. Cuando se examina con el otoscopio, se localiza más oblicua en el bebé que en el adulto.

Parto con fórceps y nervio facial

En el neonato, no se ha desarrollado el proceso mastoideo, y el nervio facial está relativamente expuesto y cerca de la superficie cuando emerge por el foramen estilomastoideo. Por lo tanto, los fórceps utilizados en un parto difícil pueden dañar el nervio.

Hueso hioides

El hioides es un hueso único y móvil ubicado en la línea media del cuello, inferior a la mandíbula y próximo a la laringe. No se articula con ningún otro hueso. El hioides tiene forma de “U” y está formado por un **cuerpo** y cuatro cuernos, dos **mayores** y dos **menores** (fig. 12-13). Se inserta en el cráneo a través del **ligamento estilohioideo** y en el cartílago tiroides a través de la **membrana tirohioidea**. El ligamento estilohioideo puede osificarse en mayor o menor grado.

El hueso hioides establece una base para la lengua y se encuentra suspendido por los músculos que lo conectan con la mandíbula, el proceso estiloides del hueso temporal, el cartílago tiroides, el esternón y la escápula. Las principales inserciones musculares del hueso hioides se muestran en la [figura 12-13](#).

CUERO CABELLUDO

El cuero cabelludo (piel cabelluda) se extiende desde los arcos superciliares anteriormente hasta la protuberancia occipital externa y las líneas nucales superiores posteriores. Lateralmente, alcanza las líneas temporales. Está formado por cinco capas (véase [fig. 12-2](#)): piel, tejido conjuntivo, aponeurosis, tejido areolar laxo y pericráneo. Las tres primeras capas están íntimamente unidas y se mueven como una unidad.

- **Piel.** Es gruesa, tiene pelos y contiene numerosas glándulas sebáceas.
- **Tejido conjuntivo por debajo de la piel.** Se trata de una densa capa fibroadiposa que contiene tabiques fibrosos que unen la piel con la aponeurosis epicraneal subyacente. Esta capa contiene numerosos vasos sanguíneos. Las arterias derivan de las carótidas externa e interna, y se producen anastomosis libres entre ellas.
- **Aponeurosis (epicraneal).** Es una lámina delgada y tendinosa que une los vientres occipital y frontal del músculo occipitofrontal (véase luego y en [fig. 12-14](#)). Los bordes laterales de la aponeurosis están insertados en la fascia temporal. El **espacio subaponeurótico** es un espacio potencial profundo de la aponeurosis epicraneal. Está limitado anterior y posteriormente por los orígenes del músculo occipitofrontal, y se extiende lateralmente hasta la inserción de la aponeurosis a la fascia temporal.
- **Tejido areolar laxo.** Ocupa el espacio subaponeurótico (véase [fig. 12-2](#)) y conecta ligeramente la aponeurosis epicraneal con el periostio del cráneo (el pericráneo). Constituye la capa de movimiento del cuero cabelludo, es decir, cuando el cuero cabelludo se mueve, las tres primeras capas se deslizan a lo largo de esta capa en relación con el periostio subyacente. El tejido areolar contiene una pequeña cantidad de arterias, pero también algunas venas emisarias importantes. Las **venas emisarias** no poseen válvulas y conectan las venas superficiales del cuero cabelludo con las venas diploicas de los huesos del cráneo y con los senos venosos intracraneales.
- **Pericráneo.** El pericráneo es el periostio que cubre la superficie externa de los huesos del cráneo. El pericráneo es continuo con el periostio de la superficie interna de los huesos del cráneo (**endostio**) en las suturas entre los huesos individuales.

Músculos

El músculo **occipitofrontal (epicráneo)** es el único músculo esquelético del cuero cabelludo (véase [fig. 12-14](#)). Se resume en la [tabla 12-3](#). El músculo está formado por vientres pares frontales y occipitales conectados por la aponeurosis epicraneal. Este músculo es responsable del movimiento del cuero cabelludo. Cuando este músculo se contrae, las tres primeras capas del cuero cabelludo se mueven juntas como una unidad. El tejido areolar laxo de la cuarta capa del cuero cabelludo permite el movimiento de la aponeurosis en el pericráneo. Los vientres frontales del occipitofrontal pueden elevar las cejas en expresiones de

sorpresa o miedo.

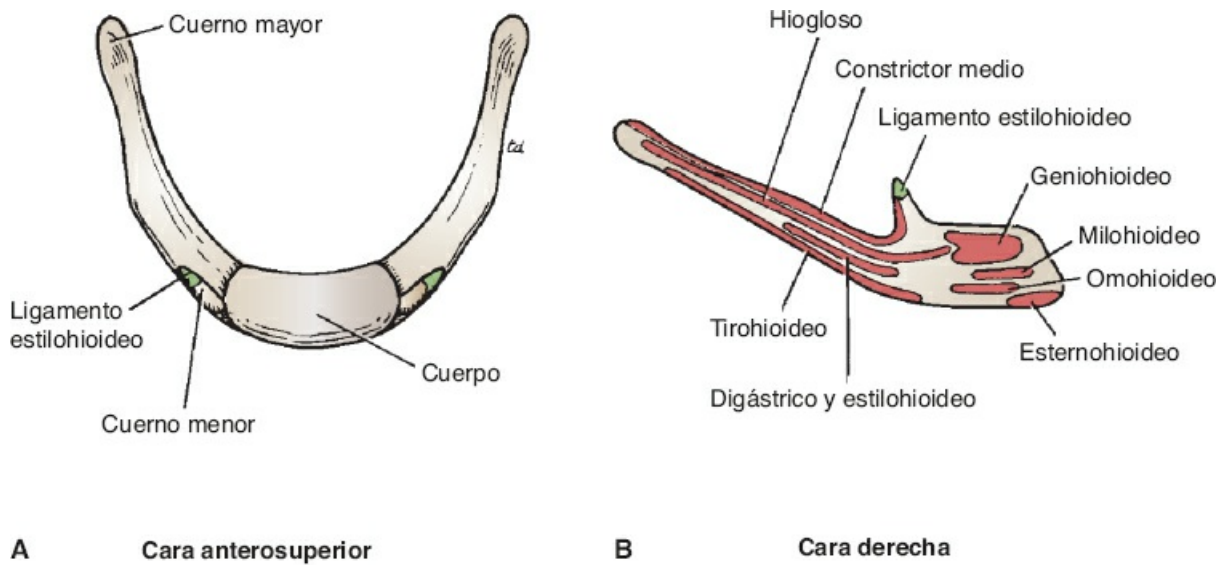


Figura 12-13. Cara anterosuperior (A) y derecha (B) del hueso hioides.

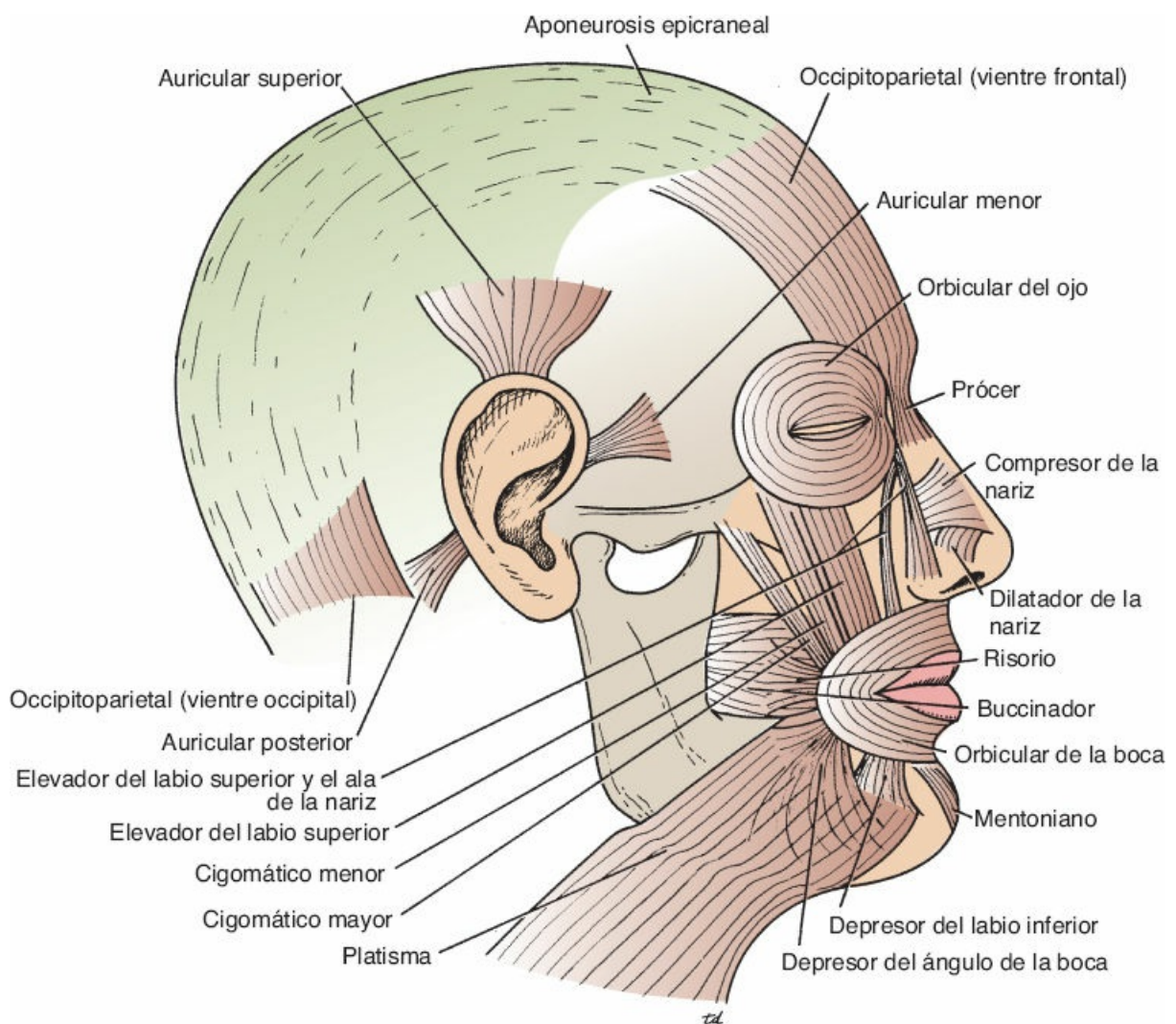


Figura 12-14. Músculos del cuero cabelludo y de la expresión facial.

Inervación sensitiva

Los troncos principales de los nervios sensitivos se localizan en la densa capa de tejido conjuntivo del cuero cabelludo. Los nervios se organizan en dos grupos principales: 1) ramos del nervio trigémino anteriores a la oreja, y 2) ramos de los nervios espinales cervicales posteriores a la oreja ([fig. 12-15](#)). En sentido lateral desde la línea media anterior, están presentes los siguientes nervios.

Ramos del nervio trigémino:

- El **nervio supratroclear**, un ramo de la división oftálmica del nervio trigémino, rodea el borde orbitario superior e inerva el cuero cabelludo. Discurre posteriormente cerca del plano medio y alcanza casi el vértex del cráneo.
- El **nervio supraorbitario**, un ramo de la división oftálmica del trigémino, rodea el borde orbitario superior y asciende por la frente. Inerva el cuero cabelludo hasta el vértex del cráneo.
- El **nervio cigomaticotemporal**, un ramo de la división maxilar del nervio trigémino, inerva el cuero cabelludo sobre la sien.
- El **nervio auriculotemporal**, un ramo de la división mandibular del nervio trigémino, asciende sobre la cara lateral de la cabeza por delante de la oreja. Sus ramos terminales inervan la piel de la región temporal.

Ramos de los nervios espinales cervicales:

- El **nervio occipital menor (C2)**, un ramo del plexo cervical, asciende a lo largo del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo e inerva el cuero cabelludo de la parte lateral de la región occipital y la piel de la cara medial de la oreja.
- El **nervio occipital mayor**, un ramo del ramo posterior del segundo nervio cervical (nervio C2), asciende sobre la parte posterior del cuero cabelludo e inerva la piel hasta el vértex del cráneo.

Vascularización

El cuero cabelludo tiene una vascularización abundante para nutrir los folículos pilosos y, por esta razón, incluso los cortes más pequeños sangran profusamente. Al igual que con los nervios cutáneos, las arterias de esta zona atraviesan la densa capa de tejido conjuntivo del cuero cabelludo, en general acompañan a los nervios y forman una red extensa y libremente anastomosada. En dirección lateral desde la línea media anterior, están presentes las siguientes arterias ([véase fig. 12-15](#)):

Tabla 12-3 Músculos del cuero cabelludo y la cara

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculos del cuero cabelludo				
Ventre occipital del occipitofrontal	Línea nucal superior del hueso occipital	Aponeurosis epicraneal	Nervio facial	Mueve el cuero cabelludo y eleva las cejas.
Ventre frontal del occipitofrontal	Piel y fascia superficial de las cejas			
Músculos de la expresión facial				
Porción palpebral del orbicular del ojo	Ligamento palpebral medial	Rafe palpebral lateral	Nervio facial	Cierra los párpados y dilata el saco lagrimal.
Porción orbitaria del orbicular del ojo	Ligamento palpebral medial y hueso contiguo	(vuelven a su origen)		Pliega la piel alrededor de la órbita para proteger el globo ocular.
Corrugador superciliar	Arco superciliar	Piel de la ceja	Nervio facial	Crea las arrugas verticales de la frente, como en el ceño fruncido.
Porción transversa del músculo nasal (compresor de la nariz)	Proceso frontal del maxilar	Aponeurosis del puente de la nariz	Nervio facial	Comprime los cartílagos nasales móviles.
Porción alar del músculo nasal (dilatador de la nariz)	Maxilar	Ala de la nariz	Nervio facial	Agranda la abertura de la nariz.
Prócer	Hueso nasal	Piel entre las cejas	Nervio facial	Frunce la piel de la nariz.
Orbicular de la boca	Maxilar, mandíbula y piel	Rodea el orificio bucal	Nervio facial	Cierra los labios.
Músculos dilatadores de los labios				
Elevador del labio superior y el ala de la nariz	Se originan en los huesos y la fascia alrededor de la abertura bucal y se insertan en el tejido de los labios		Nervio facial	Separan los labios.
Elevador del labio superior				
Cigomático menor				
Cigomático mayor				
Elevador del ángulo de la boca				
Risorio				
Depresor del ángulo de la boca				
Depresor del labio inferior				
Mentoniano				
Buccinador	Cara externa de los bordes alveolares de los maxilares y la mandíbula, y ligamento pterigomandibular		Nervio facial	Comprime las mejillas y los labios contra los dientes.
Platisma	Véase tabla 12-5			

- Las **arterias supratroclear** y **supraorbitaria**, ramas de la arteria oftálmica (una rama de la carótida interna), ascienden por la frente junto con los nervios supratroclear y supraorbitario.
- La **arteria temporal superficial**, la rama terminal más pequeña de la arteria carótida externa, asciende anterior a la oreja junto con el nervio auriculotemporal. Se divide en ramos anterior y posterior, que irrigan la piel de las regiones frontal y temporal.
- La **arteria auricular posterior**, una rama de la carótida externa, asciende posterior a la oreja para irrigar el cuero cabelludo posterosuperior a la oreja.
- La **arteria occipital**, una rama de la carótida externa, asciende desde el vértice del triángulo posterior junto con el nervio occipital mayor y perfora el músculo trapecio para alcanzar el cuero cabelludo. Irriga la piel de la parte posterior del cuero cabelludo y alcanza el vértex del cráneo.

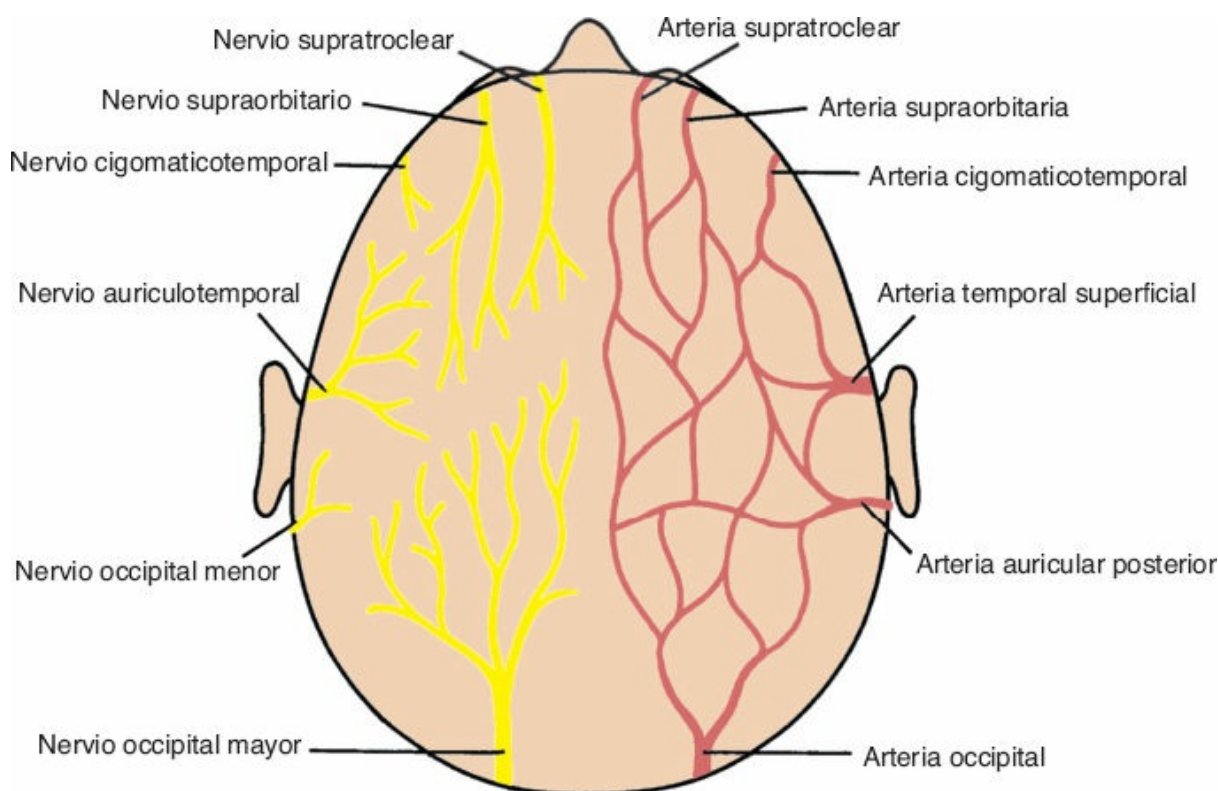


Figura 12-15. Vista superior de la inervación sensitiva y la vascularización del cuero cabelludo.

Drenaje venoso

Las **venas supratroclear** y **supraorbitaria** se unen en el borde medial de la órbita para formar la **vena facial** (fig. 12-16).

La **vena temporal superficial** se une con la **vena maxilar** en la sustancia de la glándula parótida para formar la **vena retromandibular**.

La **vena auricular posterior** se une con la **división posterior de la vena retromandibular**, inmediatamente por debajo de la glándula parótida, para formar la **vena yugular externa**.

La **vena occipital** drena en el **plexo venoso suboccipital**, que se localiza inferior al suelo de la parte superior del triángulo posterior; el plexo, a su vez, drena en las venas vertebrales o la vena yugular interna.

Las venas del cuero cabelludo se anastomosan libremente entre sí y se conectan con las venas diploicas de los huesos del cráneo y los senos venosos intracraneales por medio de venas emisarias sin válvulas (véase fig. 12-2).

Drenaje linfático

Los vasos linfáticos de la parte anterior del cuero cabelludo y la frente drenan en los **nódulos linfáticos submandibulares** (fig. 12-17). El drenaje de la parte lateral del cuero cabelludo superior a la oreja llega a los **nódulos superficiales de la parótida (preauriculares)**. Los vasos linfáticos de la parte del cuero cabelludo posterosuperior a la oreja drenan en los **nódulos mastoideos**. Los vasos en la parte posterior del cuero cabelludo drenan en los **nódulos**

occipitales.

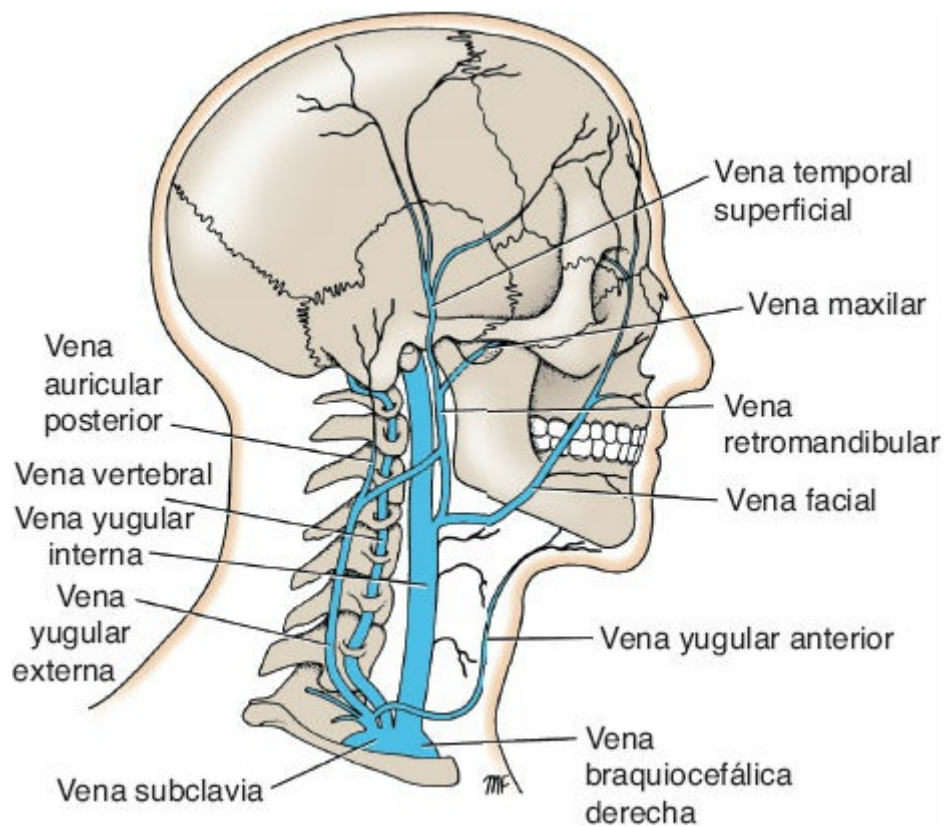
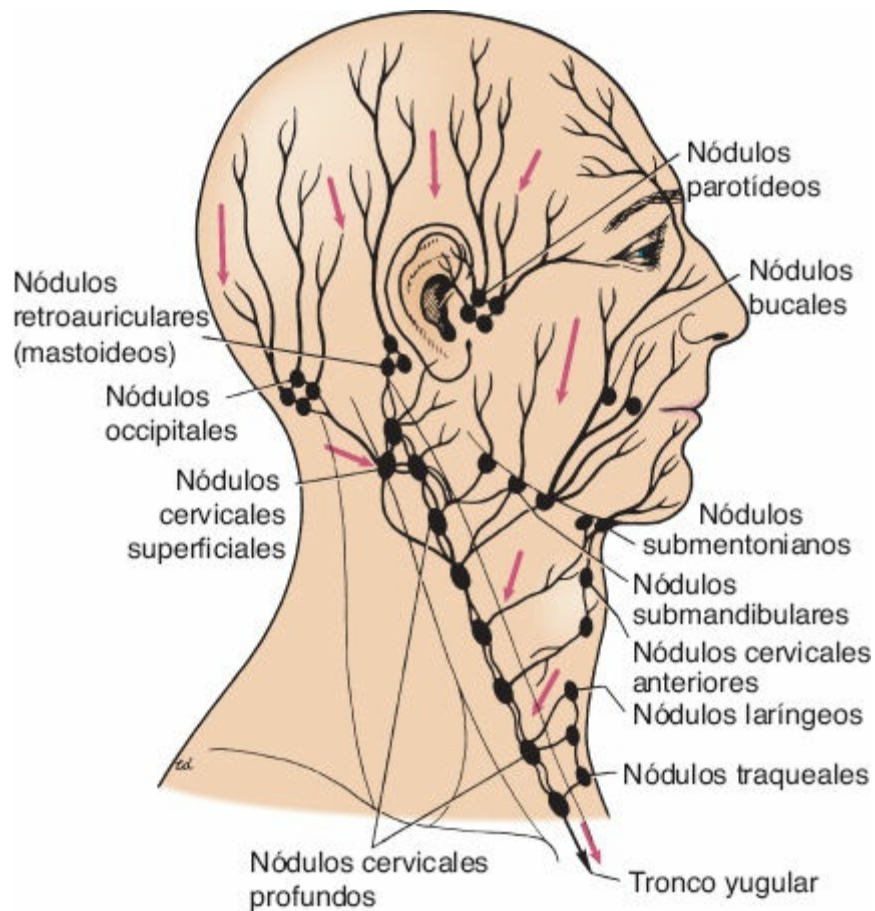


Figura 12-16. Venas principales de la cabeza y el cuello.





Notas clínicas

Importancia de las estructuras del cuero cabelludo

Es importante comprender que la piel, el tejido subcutáneo y la aponeurosis epicraneal (capas del cuero cabelludo) están estrechamente unidas entre sí y separadas del periostio por tejido areolar laxo. La piel del cuero cabelludo tiene numerosas glándulas sebáceas, cuyos conductos son propensos a infectarse y dañarse por la manipulación repetida del cabello (p. ej., peinado y cepillado). Por esta razón, los **quistes sebáceos** del cuero cabelludo son frecuentes.

Laceraciones del cuero cabelludo

El cuero cabelludo tiene una profusa vascularización para nutrir los folículos pilosos. Incluso una pequeña laceración del cuero cabelludo puede causar una hemorragia grave. A menudo es difícil detener el sangrado de una herida del cuero cabelludo porque las paredes arteriales están unidas a los tabiques fibrosos del tejido subcutáneo, y no pueden contraerse o retraerse para que se produzca la coagulación. La compresión local aplicada al cuero cabelludo es el único método satisfactorio para detener la hemorragia (*véase más adelante*).

En los accidentes de tráfico, la proyección hacia adelante de la víctima a través del parabrisas suele provocar cortes de grandes áreas del cuero cabelludo. Debido a la vascularización profusa, a menudo es posible volver a unir grandes áreas del cuero cabelludo que cuelgan del cráneo por solo un estrecho pedículo. En estos casos, es necesario cerrar la herida con suturas apropiadas para reducir la posibilidad de necrosis.

La tensión de la aponeurosis epicraneal, producida por el tono de los músculos occipitofrontales, es importante en todas las heridas profundas del cuero cabelludo. Si la aponeurosis ha sido seccionada, la herida se abrirá totalmente. Para una cicatrización satisfactoria, debe suturarse la abertura de la aponeurosis.

A menudo, las heridas causadas por un objeto contundente, como un bate de béisbol, son muy similares a las heridas cortantes. Ello se debe a que el cuero cabelludo se desgarrar contra el cráneo, que es rígido e inflexible, y la tracción de los músculos occipitofrontales hace que la herida se abra. Este dato anatómico puede ser de considerable importancia forense.

Hemorragia del cuero cabelludo que pone en riesgo la vida

Todas las arterias superficiales que irrigan el cuero cabelludo ascienden desde la cara y el cuello. Por lo tanto, en una situación de emergencia, debe rodearse la cabeza justo por encima de las orejas y las cejas con objetos como corbatas, cordones de los zapatos o incluso un trozo de cuerda, y apretar firmemente el lazo. A continuación, debe insertarse un bolígrafo, un lápiz o un palo en el lazo y rotarlo para que el torniquete ejerza presión sobre las arterias.

Infecciones del cuero cabelludo

Las infecciones del cuero cabelludo tienden a permanecer localizadas y suelen ser dolorosas debido al abundante tejido fibroso de la capa subcutánea.

En ocasiones, este tipo de infecciones pueden propagarse por las venas emisarias, que no tienen válvulas, hacia los huesos del cráneo, causando **osteomielitis**. La sangre infectada en las venas diploicas puede viajar por las venas emisarias hacia los senos venosos y producir una **trombosis del seno venoso**.

La sangre o pus pueden acumularse en el espacio potencial profundo a la aponeurosis epicraneal. Tienden a extenderse sobre el cráneo, limitado anteriormente por el borde orbitario, posteriormente por las líneas nuchales y lateralmente por las líneas temporales. Por otro lado, la sangre o pus subperiósticos quedan limitados a un hueso debido a la inserción del periostio con los ligamentos suturales.

CARA

La cara es el área que se extiende desde los arcos superciliares superiormente hasta el borde inferior de la mandíbula inferiormente. Lateralmente se extiende hasta las orejas. Contiene las órbitas, la nariz, la boca y los oídos y, por lo tanto, alberga las interfases para la visión, la respiración, el olfato, el gusto, el procesado de alimentos, la vocalización y la audición entre los ambientes internos y externos. Además, la cara es crítica para la identidad individual, y la expresión facial es un medio muy evolucionado de comunicación no verbal.

Esqueleto facial

Los huesos que forman la cara anterior del cráneo se muestran en la [figura 12-18](#) (véase también el análisis previo de las vistas anterior y lateral del cráneo). Los bordes superiores de la órbita y el área ubicada por encima de estos están formados por el **hueso frontal**, que contiene los senos frontales. El borde orbitario lateral está formado por el **hueso cigomático**, y el borde inferior está constituido por el hueso cigomático y el **maxilar**. El borde orbitario medial está formado superiormente por el proceso maxilar del hueso frontal e inferiormente por el proceso frontal del maxilar.

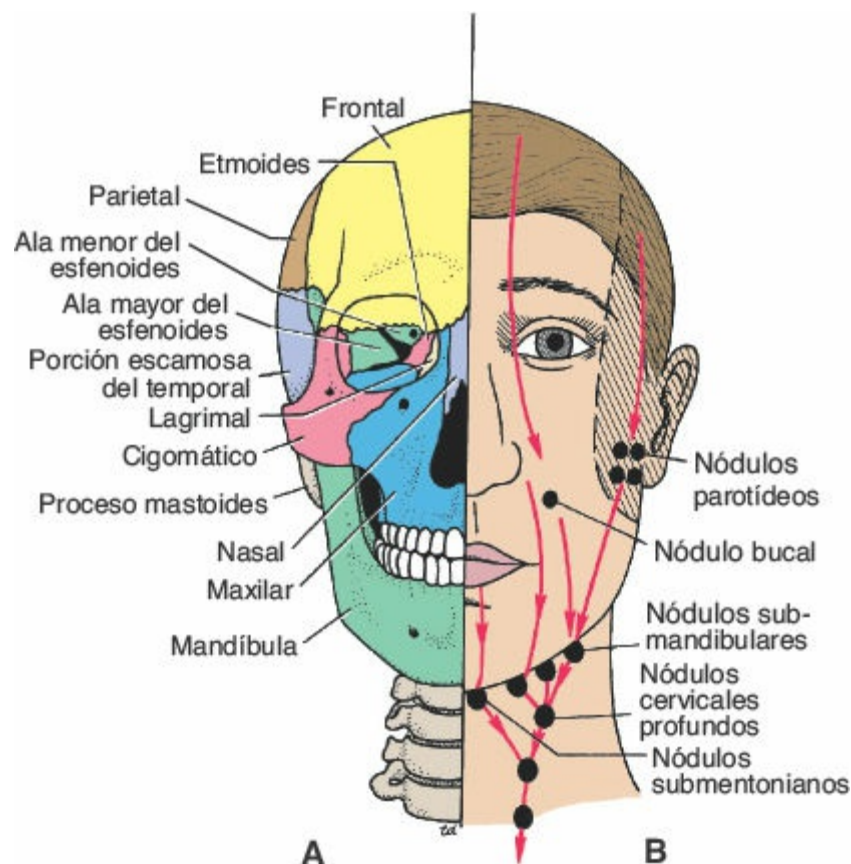


Figura 12-18 A. Huesos de la cara anterior del cráneo. B. Drenaje linfático de la cara.

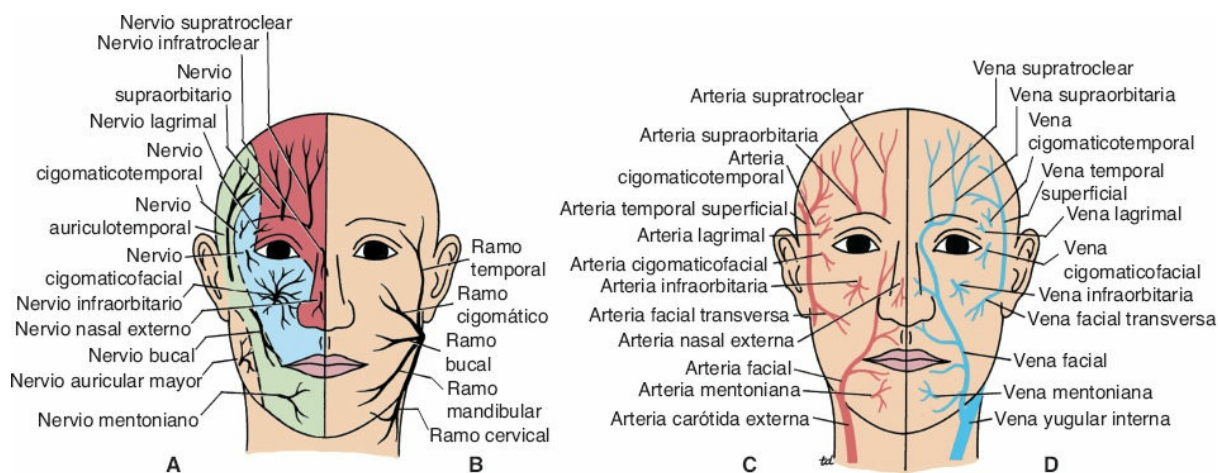


Figura 12-19 A. Inervación sensitiva de la piel de la cara. B. Ramos del nervio facial para los músculos de la expresión facial. C. Vascularización de la cara. D. Drenaje de la cara.

La raíz de la nariz está formada por los **huesos nasales**, que se articulan inferiormente con el maxilar y superiormente con los huesos frontales. Anteriormente, las láminas superiores e inferiores de cartílago hialino y los pequeños cartílagos alares de la nariz completan el órgano.

El hueso central más importante del tercio medio de la cara es el maxilar, que contiene los dientes y los senos maxilares. El hueso del tercio inferior de la cara es la mandíbula, con sus dientes.

Piel

La piel de la cara tiene muchas glándulas sudoríparas y sebáceas. Está conectada a los huesos subyacentes por medio de un tejido conjuntivo laxo, que contiene los músculos de la expresión facial. La cara no posee una fascia profunda.

Las arrugas de la cara se originan por el plegamiento repetido de la piel perpendicular al eje longitudinal de los músculos subyacentes que se contraen, junto con la pérdida de elasticidad de la piel juvenil. Las cicatrices quirúrgicas en la cara son menos visibles si siguen las líneas de las arrugas.

Nervios sensitivos

La piel de la cara está inervada por ramos de las tres divisiones del nervio trigémino, excepto por el área pequeña sobre el ángulo de la mandíbula y la glándula parótida (figs. 12-19A y 12-20), que está inervada por el **nervio auricular mayor** (C2 y C3). La superposición de las tres divisiones del nervio trigémino es leve en comparación con la considerable superposición de los dermatomas del tronco y los miembros. El **nervio oftálmico** inerva la región derivada a partir de la prominencia frontonasal; el **nervio maxilar** inerva la región derivada a partir del proceso maxilar del primer arco faríngeo, y el **nervio mandibular** inerva la región derivada a partir del proceso mandibular del primer arco faríngeo. Estos nervios no solo inervan la piel de la cara, sino también las

fibras propioceptivas de los músculos subyacentes de la expresión facial. Además, proporcionan la innervación sensitiva de la boca, los dientes, las cavidades nasales y los senos paranasales.

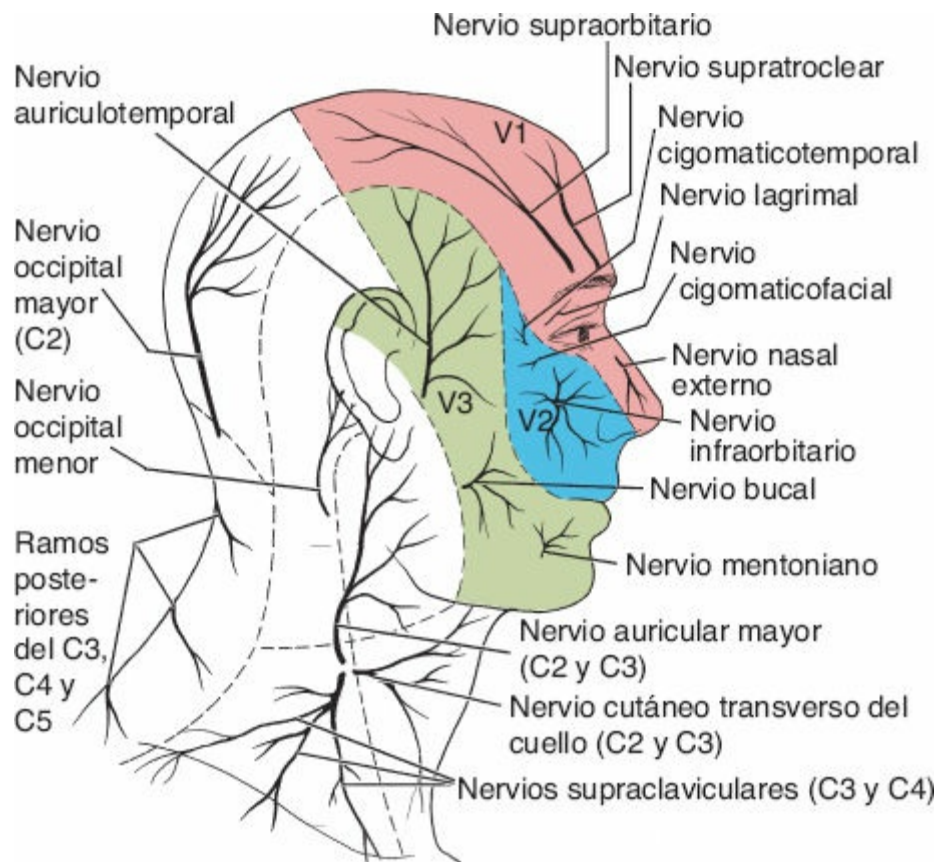


Figura 12-20. Innervación sensitiva de la piel de la cabeza y el cuello. Obsérvese que la piel sobre el ángulo de la mandíbula es innervada por el nervio auricular mayor (C2 y C3), y no por los ramos del nervio trigémino.

Nervio oftálmico

El nervio oftálmico innerva la piel de la frente, el párpado superior, la conjuntiva y la cara lateral de la nariz hacia abajo, incluyendo el ápice (punta). Cinco ramos del nervio pasan a la piel.

- El **nervio lagrimal** innerva la piel y la conjuntiva de la parte lateral del párpado superior.
- El **nervio supraorbitario** rodea el borde superior de la órbita en la **escotadura supraorbitaria/foramen supraorbitario**. Se divide en ramos que innervan la piel y la conjuntiva en la parte central del párpado superior; también innervan la piel de la frente.
- El **nervio supratroclear** rodea el borde superior de la órbita medial al nervio supraorbitario. Se divide en ramos que innervan la piel y la conjuntiva en la parte medial del párpado superior y la piel en la parte inferior de la frente, cerca del plano medio.
- El **nervio infratroclear** sale de la órbita debajo de la polea o tróclea del músculo oblicuo superior. Innerva la piel y la conjuntiva en la parte medial del

párpado superior y la parte adyacente del lado de la nariz.

- El **nervio nasal externo** emerge de la nariz entre el hueso nasal y el cartilago nasal superior. Inerva la piel del lado de la nariz hacia abajo, hasta el ápice (punta).

Nervio maxilar

El nervio maxilar inerva la piel de la parte posterior de la cara lateral de la nariz, el párpado inferior, la mejilla, el labio superior y la cara lateral del orificio orbitario. Tres ramos del nervio pasan a la piel.

- El **nervio infraorbitario** es una continuación directa del nervio maxilar. Entra en la órbita y aparece en la cara a través del **foramen infraorbitario**. Inmediatamente se divide en numerosos y pequeños ramos, que se irradian desde el foramen e inervan la piel del párpado inferior y la mejilla, la cara lateral de la nariz y el labio superior.
- El **nervio cigomaticofacial** pasa a la cara a través de un pequeño foramen en la cara lateral del hueso cigomático. Inerva la piel sobre la prominencia de las mejillas.
- El **nervio cigomaticotemporal** emerge en la fosa temporal a través de un pequeño foramen en la cara posterior del hueso cigomático. Inerva la piel de la sien.

Nervio mandibular

El nervio mandibular inerva la piel del labio inferior, la parte inferior de la cara, la región temporal y parte de la oreja. Ascende hasta la parte lateral del cuero cabelludo. Tres ramos del nervio pasan a la piel.

- El **nervio mentoniano** emerge del **foramen mentoniano** de la mandíbula e inerva la piel del labio inferior y el mentón.
- El **nervio bucal** emerge por debajo del borde anterior del músculo masetero e inerva la piel de una pequeña área de la mejilla.
- El **nervio auriculotemporal** asciende desde el borde superior de la glándula parótida entre los vasos temporales superficiales y la oreja. Inerva la piel de la oreja, el meato acústico externo, la cara externa del tímpano y la piel del cuero cabelludo por encima de la oreja.

Vascularización

La cara recibe un rico suministro de sangre de dos vasos principales, las **arterias facial y temporal superficial**, que se complementan con diversas pequeñas arterias que acompañan a los nervios sensitivos de la cara (véase [fig. 12-19C](#)).

La **arteria facial** se origina a partir de la arteria carótida externa en la parte superior del cuello (véanse [figs. 12-52](#) y [12-56](#)). Se arquea superiormente y sobre la glándula salivar submandibular y se curva alrededor del borde inferior del cuerpo de la mandíbula en el borde anterior del músculo masetero. Su **pulso**

puede notarse fácilmente en este punto (véase fig. 12-134). Luego continúa superiormente en un tortuoso trayecto hacia el ángulo de la boca, cubierta por los músculos platisma y risorio. Después, asciende hacia los músculos cigomáticos y el músculo elevador del labio superior, y recorre el lado externo de la nariz hasta el ángulo medial del ojo, donde se anastomosa con las ramas terminales de la **arteria oftálmica** (véase fig. 12-19C).



Notas clínicas

Neuralgia del trigémino

La piel facial recibe su inervación sensitiva principalmente de las tres divisiones del nervio trigémino. La neuralgia del trigémino (**tic doloroso**) es una afección relativamente frecuente (a menudo idiopática) caracterizada por ataques repentinos de dolor insoportable en la distribución de las divisiones mandibular o maxilar (la división oftálmica no suele afectarse). Por ello, los clínicos deben poder definir con precisión la distribución de cada una de las divisiones del nervio trigémino en la cara de un paciente.

Ramas

- La **arteria submentoniana** se origina a partir de la arteria facial en el borde inferior del cuerpo de la mandíbula. Irriga la piel del mentón y el labio inferior.
- La **arteria labial inferior** se origina cerca del ángulo de la boca. Discurre medialmente en el labio inferior y se anastomosa con su homóloga del lado opuesto.
- La **arteria labial superior** se origina cerca del ángulo de la boca. Se extiende medialmente en el labio superior y emite ramas para el tabique y el ala de la nariz.
- La **arteria nasal lateral** se origina a partir de la arteria facial junto a la nariz. Irriga la piel del lado y el dorso de la nariz.
- La **arteria angular** es la porción terminal de la arteria facial. Discurre por el estrecho espacio entre la cara lateral de la nariz y el canto (ángulo) medial del ojo.

La **arteria temporal superficial**, la rama terminal más pequeña de la arteria carótida externa, comienza en la glándula parótida. Asciende anterior a la oreja para irrigar el cuero cabelludo.

Ramas terminales

- La **arteria facial transversa** se origina dentro de la glándula parótida. Discurre anteriormente a través de la mejilla inmediatamente superior al conducto parotídeo e inferior al arco cigomático.
- Las **ramas anterior (frontal)** y **posterior (temporal)** son las ramas terminales de la arteria temporal superficial. Se distribuyen a lo largo de la fosa temporal.

Las **arterias supraorbitaria, supratroclear, infraorbitaria y mentoniana** son pequeños vasos que acompañan a los nervios cutáneos de la cara del mismo nombre.

Drenaje venoso

La **vena facial** se forma en el ángulo medial del ojo por la unión de las **venas supraorbitaria y supratroclear** (véase [fig. 12-19D](#)). Se conecta con la **vena oftálmica superior** directamente a través de la vena supraorbitaria. La vena facial se conecta con el **seno cavernoso** a través de la vena oftálmica superior (véase [fig. 12-28](#)). Esta anastomosis es clínicamente muy relevante porque proporciona una vía para la propagación de infecciones de la cara hacia el seno cavernoso. La vena facial desciende posterior a la arteria facial hacia el borde inferior del cuerpo de la mandíbula. Cruza superficial con respecto a la glándula submandibular y se une a la **división anterior de la vena retromandibular**. La vena facial desemboca en la **vena yugular interna**.



Notas clínicas

Vascularización de la piel de la cara

La vascularización de la cara es profusa, por lo que la necrosis de los colgajos cutáneos de esta región, resultado de intervenciones de cirugía plástica, es muy poco frecuente.

Arterias faciales y búsqueda del pulso del paciente

Para tomar el pulso de los pacientes, los anestesiistas usan con frecuencia la arteria temporal superficial, en el punto donde cruza el arco cigomático por delante de la oreja, y la arteria facial, en el punto donde rodea el borde inferior a nivel de la mandíbula con el borde anterior del masetero.



Notas clínicas

Infecciones faciales y trombosis del seno cavernoso

El área de la piel facial delimitada por la nariz, el ojo y el labio superior es una zona potencialmente peligrosa para sufrir una infección. Por ejemplo, un flemón en esta región puede causar la trombosis de la vena facial, con diseminación de microorganismos a través de las venas oftálmicas superiores hasta el seno cavernoso. La trombosis del seno cavernoso resultante puede ser mortal a menos que se trate adecuadamente. Por esta razón, esta área a menudo se conoce como **triángulo de la muerte**.

La vena facial recibe tributarias que se corresponden con las ramas de la arteria facial. Se une al **plexo venoso pterigoideo** a través de la vena facial profunda y al seno cavernoso a través de la vena oftálmica superior. La **vena facial transversa** se une a la vena temporal superficial dentro de la glándula parótida.

Drenaje linfático

La linfa de la frente y la parte anterior de la cara drena en los **nódulos linfáticos submandibulares** (véase [fig. 12-18](#)). Estos vasos linfáticos pueden encontrarse con una pequeña cantidad de nódulos linfáticos bucales a lo largo de su trayecto. Los vasos linfáticos que terminan en los **nódulos linfáticos parotídeos** drenan la parte lateral de la cara, incluidas las partes laterales de los párpados. La parte central del labio inferior y la piel del mentón drenan en los **nódulos linfáticos submentonianos**.

Músculos faciales (músculos de la expresión facial; músculos de la gesticulación)

Los músculos faciales son los músculos esqueléticos que están incluidos en la fascia superficial de la cara (véase [fig. 12-14](#)). No deben confundirse con los músculos de la masticación (p. ej., masetero y temporal, que se localizan en la cara) o con los músculos lisos erectores del pelo que se unen a los folículos pilosos. Los músculos faciales son músculos tegumentarios. La mayoría se originan de los huesos del cráneo y todos se insertan en la piel u otros músculos faciales. La función biológica principal de los músculos faciales es regular (contraer o dilatar) los orificios faciales (es decir, las órbitas, las narinas, la boca y las orejas). Debido a estas acciones, los músculos faciales deben considerarse músculos accesorios de la visión, el olfato, la respiración, la alimentación, el habla y la audición. La expresión facial es un resultado secundario del control fino de los orificios faciales, y dichas expresiones son esencialmente una consecuencia de lo que hacen estos orificios (piense en lo que está haciendo cuando sonríe, frunce el ceño, guiña un ojo, se enfada, etc.).

Los músculos faciales están sujetos a una gran variabilidad individual en tamaño, forma, grosor, fuerza y grado general de desarrollo. Por lo tanto, sus acciones son variables y diversas por separado, especialmente en sus usos más sutiles. Todos los músculos faciales se desarrollan a partir del **segundo arco faríngeo** y son inervados por el **nervio facial**.

Párpados, narinas, labios y orejas protegen los orificios faciales. Los músculos faciales están organizados alrededor de estas estructuras y se resumen en la [tabla 12-3](#). En los humanos, los músculos auriculares que actúan en el oído externo son esencialmente un grupo de músculos vestigiales.

Músculos de los párpados

El **orbicular del ojo** es el músculo esfínter de los párpados, mientras que el **occipitofrontal** es un músculo dilatador. El **corrugador** y el **prócer** también actúan sobre la órbita. Asimismo, el **músculo elevador del párpado superior** eleva la porción superior del párpado, pero en general se considera un músculo extraocular y se describe con la órbita.

Músculos de las narinas

La posición transversa del músculo **nasal (compresor de la nariz)** y el **depresor del tabique nasal** son los músculos esfinterianos y la porción alar del músculo nasal (**dilatador de la nariz**) y el **elevador del labio superior** y el **ala de la nariz** son los músculos dilatadores.

Músculos de los labios y las mejillas

El **orbicular de la boca** es el músculo esfínter principal de los labios y tiene una estructura compleja. Algunas de las fibras se originan cerca de la línea media desde el maxilar por encima y la mandíbula por debajo. Otras fibras se originan desde la cara profunda de la piel y pasan oblicuamente a la mucosa que reviste la cara interna de los labios. Muchas de las fibras derivan del músculo buccinador.

Una serie de pequeños músculos que se irradian desde los labios constituyen los músculos dilatadores. Su acción es separar los labios; este movimiento suele ir acompañado de la apertura de la mandíbula. Los músculos se originan en los huesos y la fascia alrededor de la abertura bucal y convergen para insertarse en la sustancia de los labios. Siguiendo un trayecto desde la cara lateral de la nariz hasta el ángulo de la boca, y después por debajo de la abertura bucal, estos son los músculos:

- Elevador del labio superior y del ala de la nariz (también dilata las fosas nasales)
- Elevador del labio superior
- Cigomático menor (un músculo inconstante que a menudo forma parte del orbicular del ojo)
- Cigomático mayor
- Elevador del ángulo de la boca (profundo con respecto a los músculos cigomáticos)
- Risorio
- Buccinador
- Depresor del ángulo de la boca
- Depresor del labio inferior
- Mentoniano

El músculo **buccinador** se origina en la cara exterior de los bordes alveolares del maxilar y la mandíbula, opuesto a los molares y desde el ligamento pterigomandibular. Las fibras musculares discurren anteriormente, formando la capa muscular de la mejilla, y el conducto parotídeo perfora el músculo. En el ángulo de la boca, las fibras centrales se decusan; las inferiores que entran en el labio superior y las superiores que entran en el labio inferior; las fibras superiores e inferiores continúan en los labios superior e inferior, respectivamente, sin intersectarse. Así, el músculo buccinador se mezcla con el músculo orbicular de la boca y forma parte de este. La decusación de las fibras del buccinador provoca una pequeña indentación en la mejilla de algunos individuos cuando el buccinador se contrae. Aparece en forma de “hoyuelo” y es

muy variable en su forma. El buccinador es un músculo importante en el procesamiento de los alimentos, ya que comprime las mejillas y los labios contra los dientes para lograr una masticación eficiente. La acción de compresión también es importante para producir succión y, por lo tanto, es fundamental para la succión en los neonatos. La compresión de la mejilla también es importante para la producción de acciones del soplo, como cuando se toca una trompeta.



Notas clínicas

Parálisis de los músculos de la cara

Los músculos de la cara son inervados por el nervio facial. La lesión del nervio facial en el meato acústico interno (por un tumor), en el oído medio (por infección o cirugía), en el canal del nervio facial (perineuritis, parálisis de Bell), o en la glándula parótida (por un tumor) puede desencadenar una deformación facial. Dicha alteración también puede deberse a laceraciones de la cara. La incapacidad para cerrar los párpados, la caída del párpado inferior y la flacidez del ángulo de la boca en el lado afectado son signos característicos. Se observa un lado de la cara totalmente inexpresivo, en forma de máscara, con babeo y salida de los alimentos por ese lado de la boca. Se trata esencialmente de una lesión de la motoneurona inferior. Una lesión de la motoneurona superior (afectación de los tractos piramidales) dejará intacta la parte superior de la cara porque las neuronas que inervan esta parte de la cara reciben fibras corticobulbares de ambas cortezas cerebrales.

Nervio facial

El nervio facial se divide en sus cinco ramos terminales a medida que avanza dentro de la sustancia de la glándula parótida (véase [fig. 12-19B](#)).

- El **ramo temporal** se origina en el borde superior de la glándula e inerva los músculos auriculares anterior y superior, el vientre frontal del occipitofrontal, el orbicular del ojo y el corrugador de la ceja.
- El **ramo cigomático** se origina en el borde anterior de la glándula e inerva el orbicular del ojo.
- El **ramo bucal** se origina en el borde anterior de la glándula inferior al conducto parotídeo, e inerva el músculo buccinador y los músculos del labio superior y las narinas.
- El **ramo mandibular** se origina en el borde anterior de la glándula e inerva los músculos del labio inferior.
- El **ramo cervical** se origina en el borde inferior de la glándula y discurre anteriormente en el cuello, por debajo de la mandíbula, para inervar el músculo platisma; puede cruzar el borde inferior del cuerpo de la mandíbula para inervar el músculo depresor del ángulo de la boca.

El nervio facial es el nervio del segundo arco faríngeo e inerva todos los músculos de la expresión facial. No inerva la piel, pero sus ramos se comunican con los del nervio trigémino. Se considera que las fibras nerviosas propioceptivas de los músculos faciales salen del nervio facial en estos ramos comunicantes y pasan al sistema nervioso central a través del nervio trigémino.



Notas embriológicas

Desarrollo de la cara

En las primeras etapas del desarrollo, la cara del embrión está representada por un área delimitada cranealmente por la lámina neural, caudalmente por el pericardio, y lateralmente por el proceso mandibular del primer arco faríngeo a ambos lados (fig. 12-21). En el centro de esta área, se ubica una depresión en el ectodermo conocida como **estomodeo**. En el suelo de tal depresión, se ubica la **membrana bucofaríngea**. Durante la cuarta semana, la membrana bucofaríngea se rompe y el estomodeo se comunica con el intestino anterior.

El desarrollo posterior de la cara depende de la unión y la fusión de varios procesos importantes: el **proceso frontonasal**, los **procesos maxilares** y los **procesos mandibulares**. El proceso frontonasal comienza como una proliferación de mesénquima en la cara ventral del encéfalo en desarrollo, y crece hacia el estomodeo. A su vez, el proceso maxilar crece desde el extremo superior de cada primer arco y discurre medialmente, formando el borde inferior de la órbita en desarrollo. Los procesos mandibulares de los primeros arcos se aproximan entre sí en la línea media por debajo del estomodeo, y se fusionan para formar la mandíbula y el labio inferior.

Las **fosis olfatorias** aparecen como depresiones en el borde inferior del proceso frontonasal en crecimiento, dividiéndolo en **procesos nasales pares mediales** y **laterales**. Con el desarrollo, los procesos maxilares crecen medialmente y se fusionan con los procesos nasales laterales y con el proceso nasal medial. El proceso nasal medial forma el **filtrum** del labio superior y la **premaxila**. Los procesos maxilares se extienden medialmente, formando el maxilar superior y la mejilla, y finalmente entierran la premaxila y se fusionan en la línea media. Los diversos procesos que finalmente forman la cara se unen durante el segundo mes.

El **labio superior** está formado por el crecimiento medial de los procesos maxilares del primer arco faríngeo en cada lado. Finalmente, los procesos maxilares se localizan en la línea media y se fusionan entre sí y con el proceso nasal medial. Así, las partes laterales del labio superior se constituyen a partir de los procesos maxilares y la parte medial, o **filtrum**, del proceso nasal medial, con contribuciones de los procesos maxilares.

El **labio inferior** se forma a partir del proceso mandibular del primer arco faríngeo en cada lado. Estos procesos crecen medialmente, por debajo del estomodeo, y se fusionan en la línea media para formar todo el labio inferior.

Cada labio se separa de su respectiva encía como resultado de la aparición de un engrosamiento lineal del ectodermo, la **lámina labiokingival**, que crece hacia el mesénquima subyacente y luego degenera. Así, se forma un surco profundo entre los labios y las encías. En la línea media, permanece un área corta de la lámina labiokingival que fija cada labio a la encía, formando así el **frenillo**.

Al principio, la **boca** tiene una abertura amplia, pero luego esta extensión disminuye debido a la fusión de los labios en los ángulos laterales.

Inervación sensitiva de la piel de la cara en desarrollo

El área de la piel que recubre el proceso frontonasal y sus derivados recibe inervación sensitiva a partir de la división oftálmica del nervio trigémino, mientras que la división maxilar del nervio trigémino inerva el área de la piel que recubre el proceso maxilar. La división mandibular del nervio trigémino inerva el área de la piel que recubre el proceso mandibular.

Músculos de la cara en desarrollo (músculos de la expresión facial)

Los músculos de la cara derivan del mesénquima del segundo arco faríngeo. La inervación de estos músculos depende del nervio del segundo arco faríngeo, es decir, el séptimo nervio craneal.

Labio superior hendido (leporino)

El labio superior hendido (leporino) puede estar confinado al labio o puede estar asociado con un paladar hendido (fisura palatina). La anomalía, que suele caracterizarse por ser un **labio leporino unilateral**, se debe a un fallo en la fusión del proceso maxilar con el proceso nasal medial (figs. 12-22 y 12-23). El **labio leporino bilateral** se debe al fallo en la fusión de ambos procesos maxilares

con el proceso nasal medial, que luego permanece como un colgajo central de tejido (figs. 12-24 y 12-26). El **labio superior hendido medio** es muy raro y se debe a un fallo durante la fusión de las eminencias redondeadas del proceso nasal en la línea media.

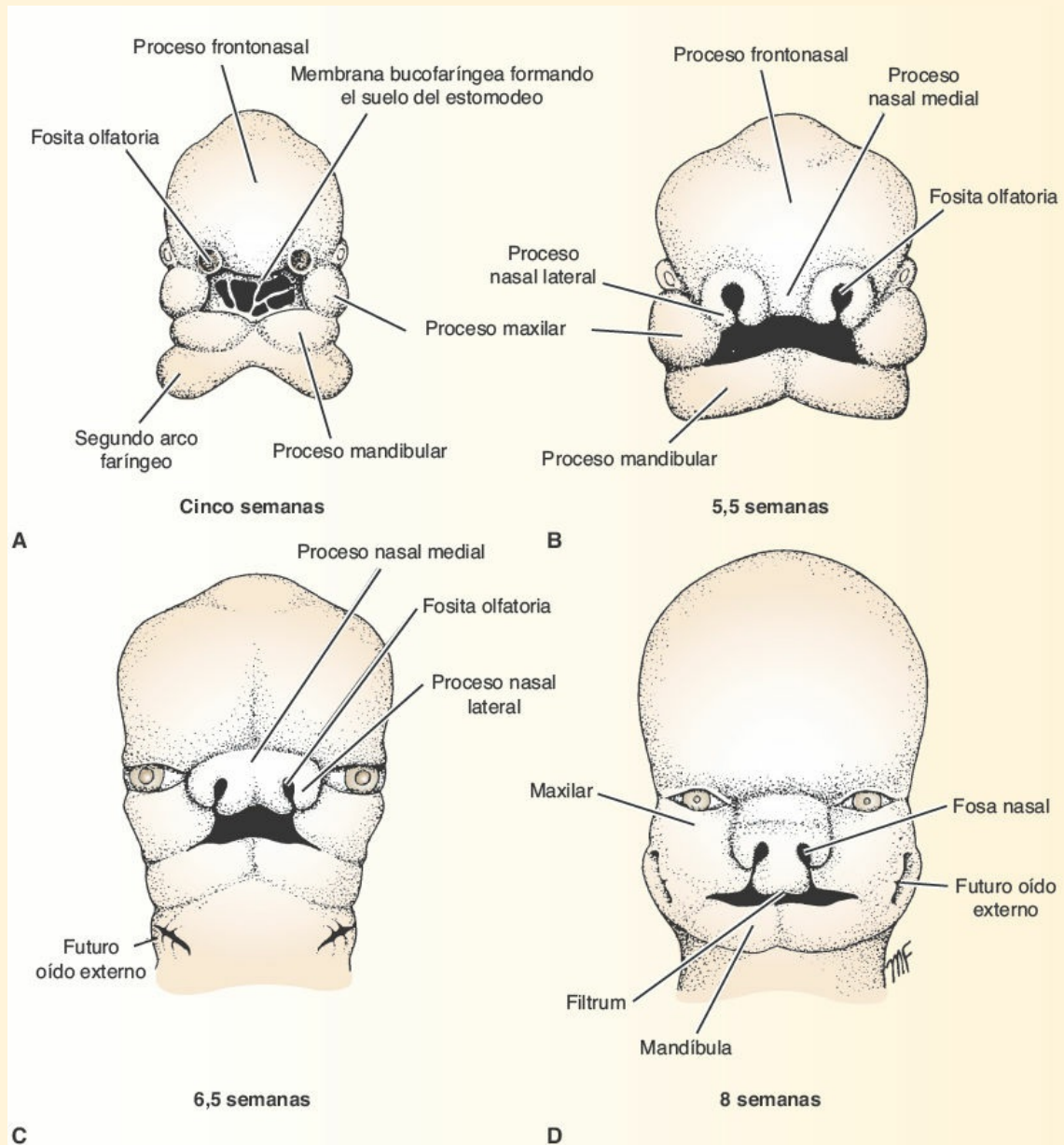


Figura 12-21. Etapas progresivas (A-D) del desarrollo de la cara.

Hendidura facial oblicua

La hendidura facial oblicua es una alteración rara por la extensión del labio hendido hasta el borde medial de la órbita (fig. 12-25; véase también fig. 12-22). Se debe a un fallo en el proceso de fusión del proceso maxilar con los procesos nasales lateral y medial.

Labio inferior hendido

El labio inferior hendido es un trastorno muy poco frecuente. La hendidura es exactamente central y es causada por una fusión incompleta de los procesos mandibulares (véase fig. 12-22).

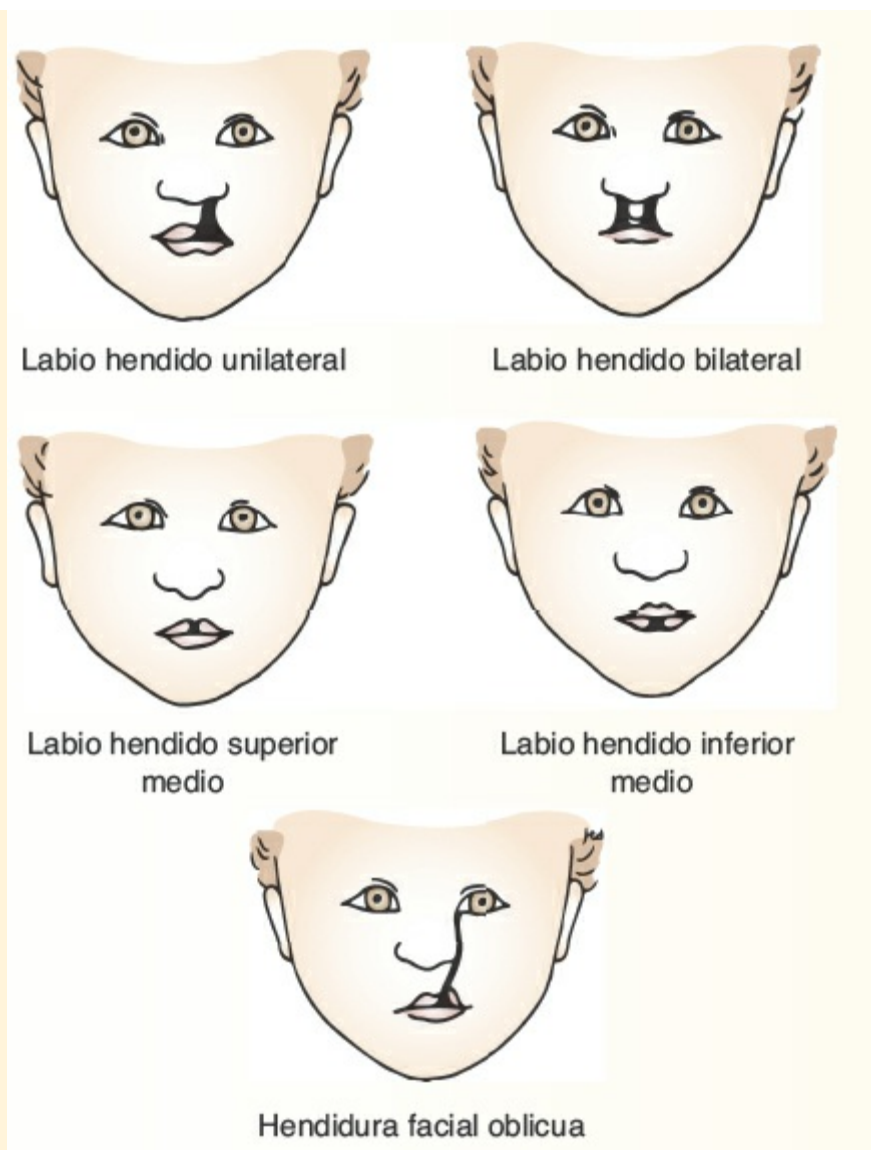


Figura 12-22. Varias formas de labio leporino.

Tratamiento del labio hendido aislado

En general, el labio hendido aislado se trata con cirugía plástica en un plazo máximo de 2 meses después del nacimiento, siempre que el estado del bebé lo permita. Debe aproximarse el borde del bermellón y formar un labio de aspecto normal (véase [fig. 12-26](#)).



Figura 12-23. Labio superior hendido unilateral (cortesía de: R. Chase).



Figura 12-24. Labio superior y paladar hendidos bilaterales (cortesía de: R. Chase).

Macrostomía y macrostomía

El tamaño normal de la boca muestra una considerable variación individual. Aunque es poco frecuente, en ocasiones se produce la fusión incompleta del maxilar con los procesos mandibulares,

lo que da como resultado una boca excesivamente grande o macrostomía. Aún con menor frecuencia, puede haber una fusión excesiva de estos procesos, que resultan en una boca pequeña o microstomía. Estos trastornos pueden corregirse quirúrgicamente.



Figura 12-25. Hendidura facial oblicua del lado derecho y labio superior hendido del lado izquierdo. También hay un paladar hendido bilateral total (cortesía de: R. Chase).



Figura 12-26. Labio y paladar hendido. **A.** Una ecografía tridimensional revela un labio leporino bilateral a las 22 semanas de gestación (cortesía de: Dr. B. Benacerraf). **B.** Un lactante con labio y paladar hendidos completos bilaterales. **C.** Se muestra al mismo niño a los 18 meses de edad, después de la reparación nasolabial sincrónica y el cierre del paladar realizado en una segunda fase (cortesía de: Dr. J. B. Mulliken. *N Engl J Med.* 2004;351(8):745–747.)

INTERIOR DEL CRÁNEO

Las características esqueléticas del interior del cráneo se han descrito anteriormente en este capítulo. Esta sección revisa las meninges y el encéfalo.

Meninges

Tres membranas (**meninges**) rodean y protegen el encéfalo en el cráneo. De superficial a profundo, estas son la **duramadre**, la **aracnoides** y la **piamadre**. Son, en su mayor parte, continuas con las meninges espinales que rodean la médula espinal en la columna vertebral (véase [cap. 2](#)).

Duramadre

La duramadre suele describirse con dos capas; la capa endóstica (o perióstica) y la capa menínea (véase [fig. 12-2](#)). Están íntimamente unidas, excepto a lo largo de ciertas líneas, donde se separan para formar los senos venosos.

La **capa endóstica** está formada por el periostio (endostio), que cubre la cara interna de los huesos del cráneo. **No** se extiende a través del foramen magno para continuarse con la duramadre de la médula espinal. Por el contrario, es continua con el periostio del exterior de los huesos del cráneo alrededor de los bordes de todos los forámenes craneales. También es continua con los ligamentos de las suturas. Está firmemente adherida a los huesos sobre la base del cráneo.

La **capa menínea** es la duramadre propiamente dicha. Es una membrana densa, fuerte y fibrosa que cubre el encéfalo y se continúa en el foramen magno con la duramadre de la médula espinal. Provee vainas tubulares para los nervios craneales cuando estos últimos pasan a través de los forámenes en el cráneo. Fuera del cráneo, las vainas se fusionan con el epineuro de los nervios.

Cuatro septos o tabiques (la hoz o falce del cerebro, la falce del cerebelo, el tentorio (tienda) del cerebelo y el diafragma de la silla) se extienden hacia adentro desde la capa menínea y dividen la cavidad craneal en espacios de comunicación libre que albergan subdivisiones importantes del encéfalo. Estos septos estabilizan la posición del encéfalo al restringir su desplazamiento rotatorio durante el movimiento de la cabeza.

La **hoz (falce) del cerebro** es el mayor repliegue de la dura madre, de forma semilunar, ubicado en la línea media entre ambos hemisferios cerebrales ([figs. 12-27 y 12-28](#); véase también [fig. 12-2](#)). Su estrecho extremo anterior se inserta en la cresta frontal interna y la *crista galli*. Su ancha porción posterior se fusiona en la línea media con la cara superior del tentorio del cerebelo. El seno sagital superior discurre en su borde superior fijo, el seno sagital inferior corre en su borde inferior libre y cóncavo, y el seno recto discurre a lo largo de su unión con el tentorio del cerebelo.

La **hoz del cerebelo** es un pequeño repliegue, semilunar y ubicado en la línea media de la duramadre, que se inserta en la cresta occipital interna y se proyecta anteriormente entre los dos hemisferios cerebelosos. Su borde posterior fijo contiene el seno occipital.

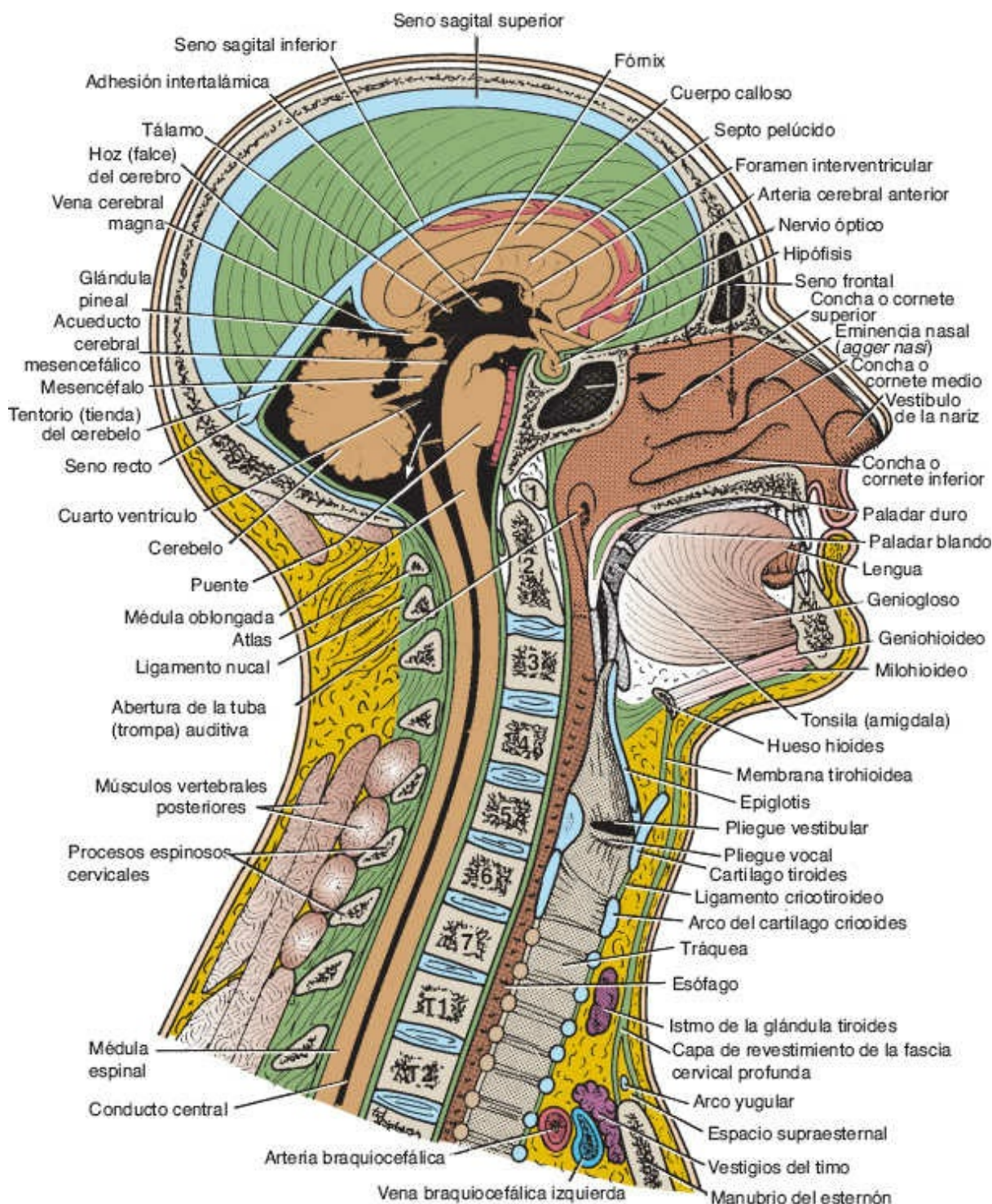


Figura 12-27. Sección sagital de la cabeza y el cuello.

El **tentorio (tienda) del cerebelo** es un repliegue semilunar de la duramadre sobre la fosa craneal posterior (figs. 12-29 y 12-30; véanse también figs. 12-27 y 12-28). Cubre la cara superior del cerebelo y sostiene los lóbulos occipitales de

los hemisferios cerebrales. Una brecha o hendidura anterior, la **escotadura del tentorio**, permite el paso del mesencéfalo, conformando así un borde interior libre y un borde externo fijo (o insertado). El **borde fijo** se inserta en los procesos clinoides posteriores, los bordes superiores de las porciones petrosas de los temporales y los bordes de los surcos para los senos transversos en el hueso occipital. El **borde libre** discurre anteriormente en sus dos extremos, cruza el borde insertado (fijo) y se inserta en el proceso clinoides anterior en cada lado. En el punto de cruce de ambos bordes, los nervios craneales tercero y cuarto pasan anteriormente para entrar en la pared lateral del seno cavernoso (fig. 12-31).

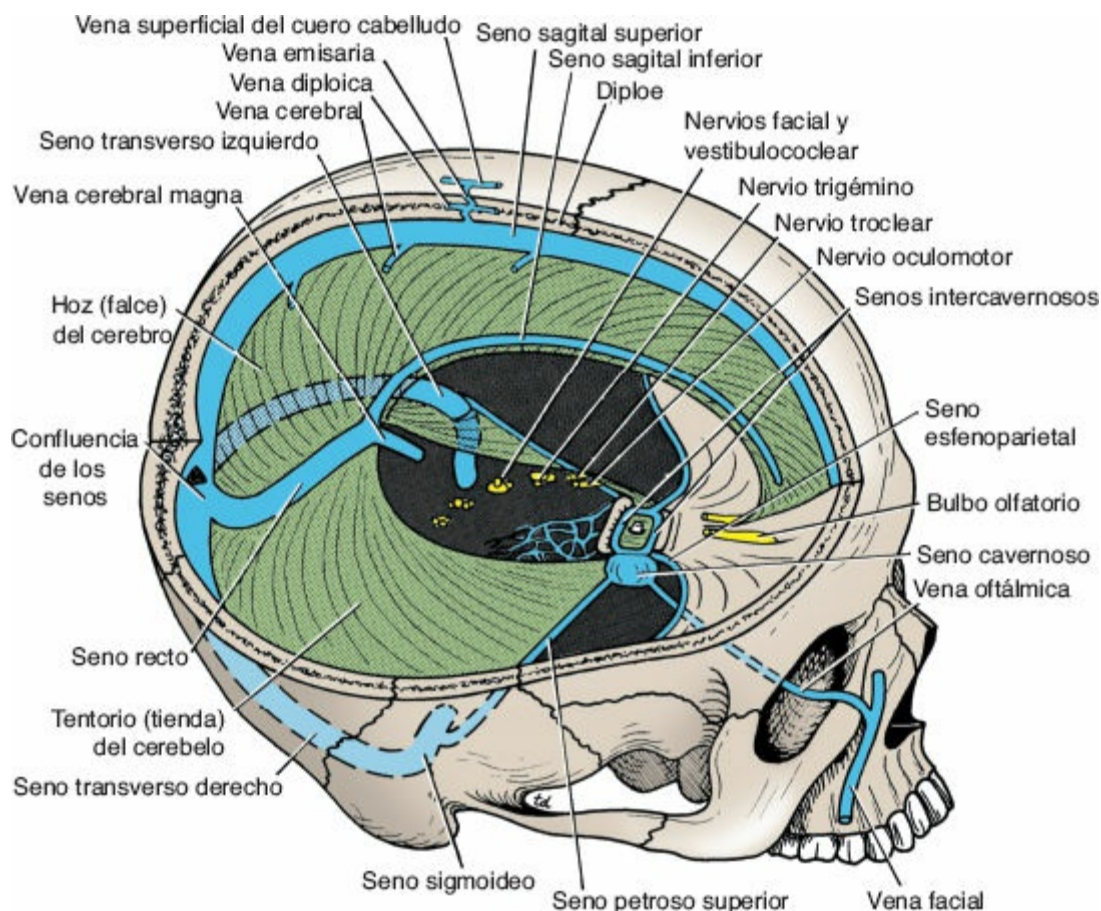


Figura 12-28. Interior del cráneo que muestra la duramadre y los senos venosos. Obsérvense las conexiones de las venas del cuero cabelludo y la vena facial con los senos venosos.

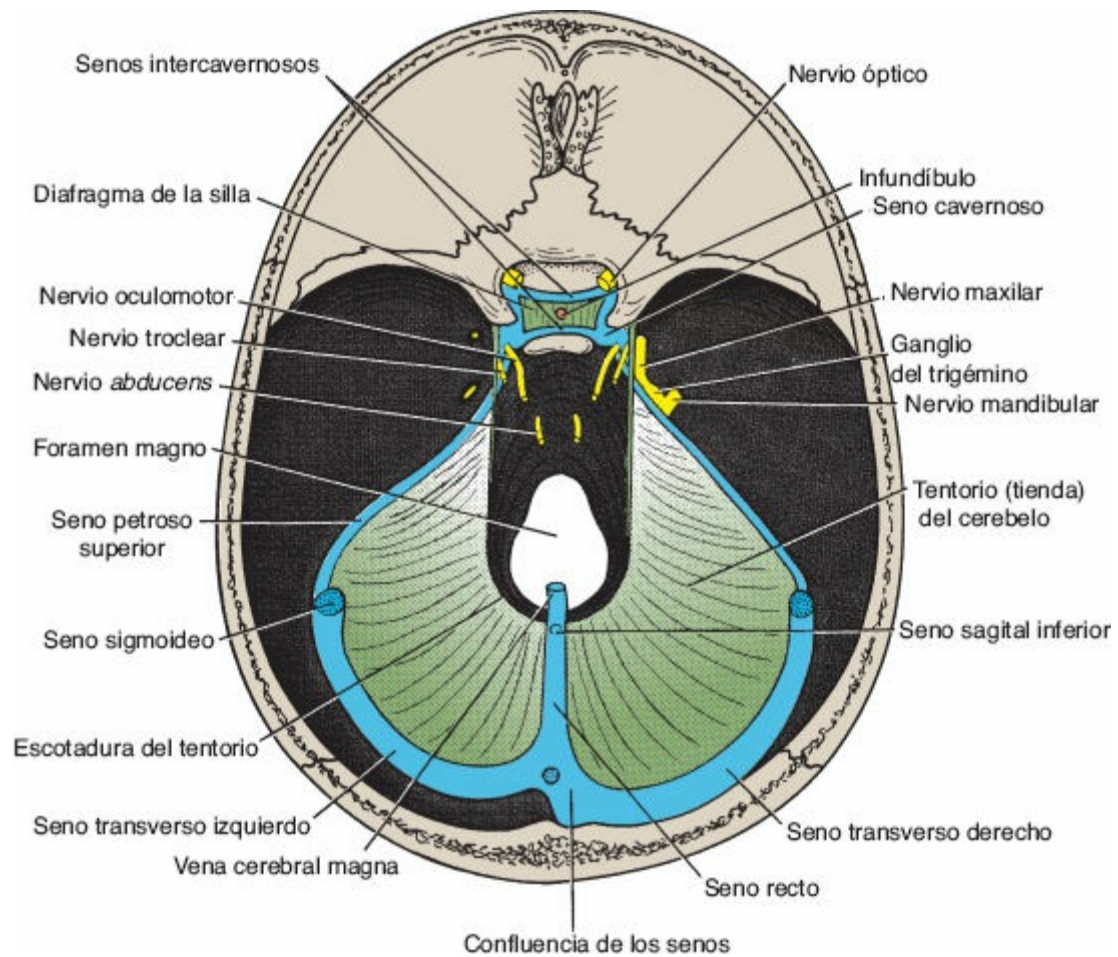


Figura 12-29. Vista superior del Interior del cráneo que muestra el diafragma de la silla y el tentorio (tienda) del cerebelo. Obsérvese la posición de los senos duros.

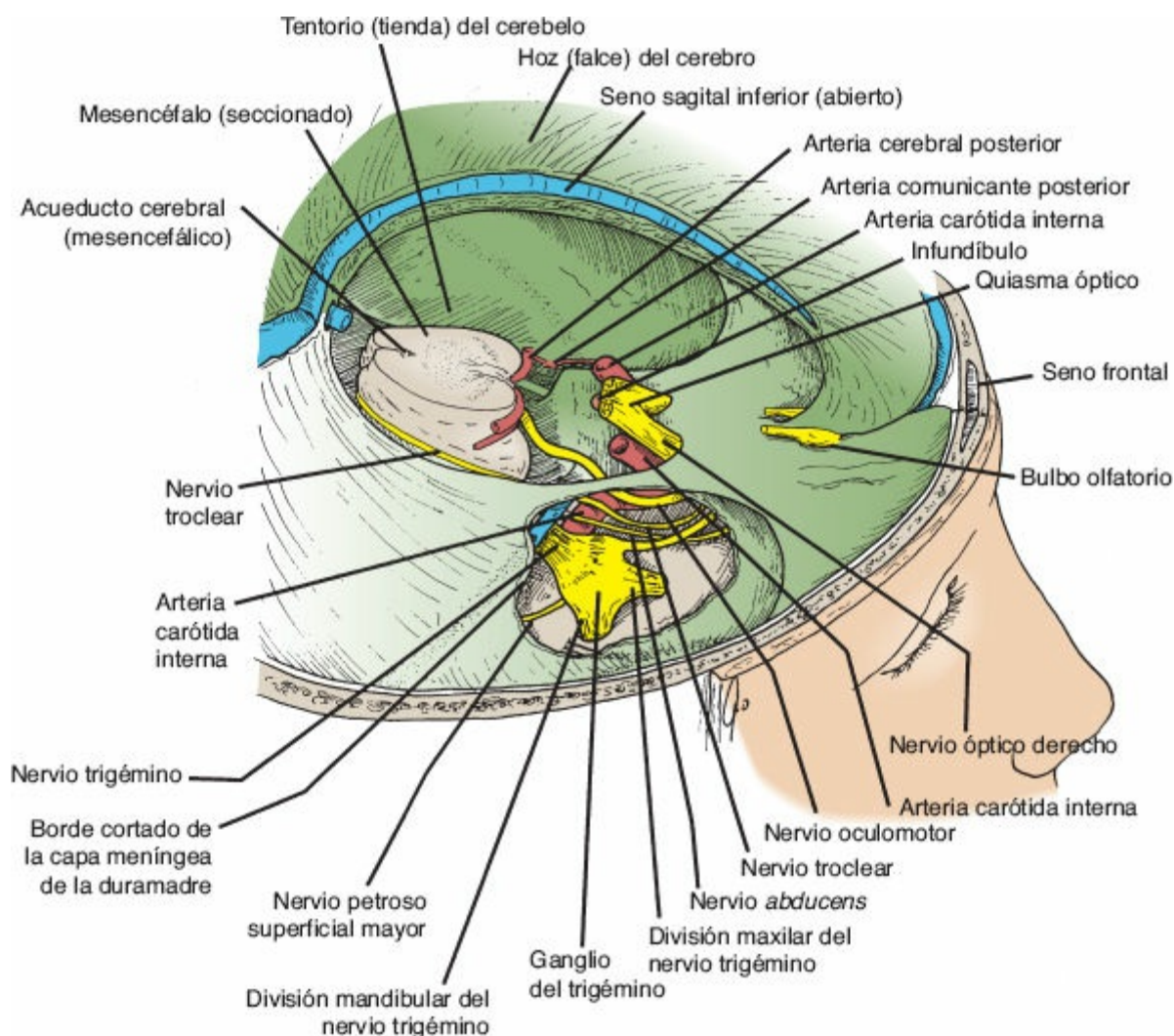


Figura 12-30. Vista oblicua del interior del cráneo que muestra la hoz (falce) del cerebro, el tentorio (tienda) del cerebelo, el tronco del encéfalo y el ganglio del trigémino.

Cerca del vértice de la porción petrosa del hueso temporal, la capa inferior del tentorio por debajo del seno petroso superior forma un receso para el nervio trigémino y el ganglio del trigémino (véase fig. 12-30).

Las hoces del cerebro y del cerebelo se insertan en las caras superior e inferior del tentorio, respectivamente. El seno recto discurre a lo largo de la inserción del tentorio en la falce del cerebro, el seno petroso superior discurre a lo largo de su inserción en la porción petrosa del temporal, y el seno transversal pasa a lo largo de su inserción en el hueso occipital (véanse figs. 12-28 y 12-29).

El **diafragma de la silla** constituye un pequeño repliegue circular de duramadre que forma el techo de la silla turca (véanse figs. 12-28 a 12-31). Una pequeña abertura en su centro permite el paso del tallo hipofisario (infundíbulo).

Inervación dural

Los ramos del trigémino, el vago y los primeros tres nervios cervicales y los ramos del sistema simpático se dirigen a la duramadre. La duramadre tiene una inervación abundante y es muy sensible al estiramiento, lo que produce la sensación de cefalea. La estimulación de las terminaciones sensitivas del nervio

trigémico **por encima del nivel del tentorio (tienda) del cerebelo** produce dolor referido en un área de la piel en el mismo lado de la cabeza. La estimulación de las terminaciones durales **por debajo del nivel del tentorio (tienda) del cerebelo** produce dolor referido en la cara posterior del cuello y del cuero cabelludo a lo largo de la distribución del nervio occipital mayor.

Vascularización arterial dural

Diversas ramas de las arterias carótida interna, maxilar, faríngea ascendente, occipital y vertebral irrigan la duramadre. Desde un punto de vista clínico, la más importante es la arteria meníngea media, que suele dañarse en los traumatismos craneales.

La **arteria meníngea media** es una rama de la arteria maxilar que se origina en la fosa infratemporal. Entra en la cavidad craneal a través del foramen espinoso para ubicarse entre las capas meníngea y endóstica de la duramadre. A continuación, discurre anterolateralmente en un surco en la cara superior de la porción escamosa del hueso temporal (véase [fig. 12-38](#)). La **rama anterior (frontal)** produce surcos profundos en el ángulo anteroinferior del hueso parietal, y su trayecto corresponde aproximadamente con la línea del giro precentral del encéfalo subyacente. La **rama posterior (parietal)** se curva hacia atrás e irriga la parte posterior de la duramadre.

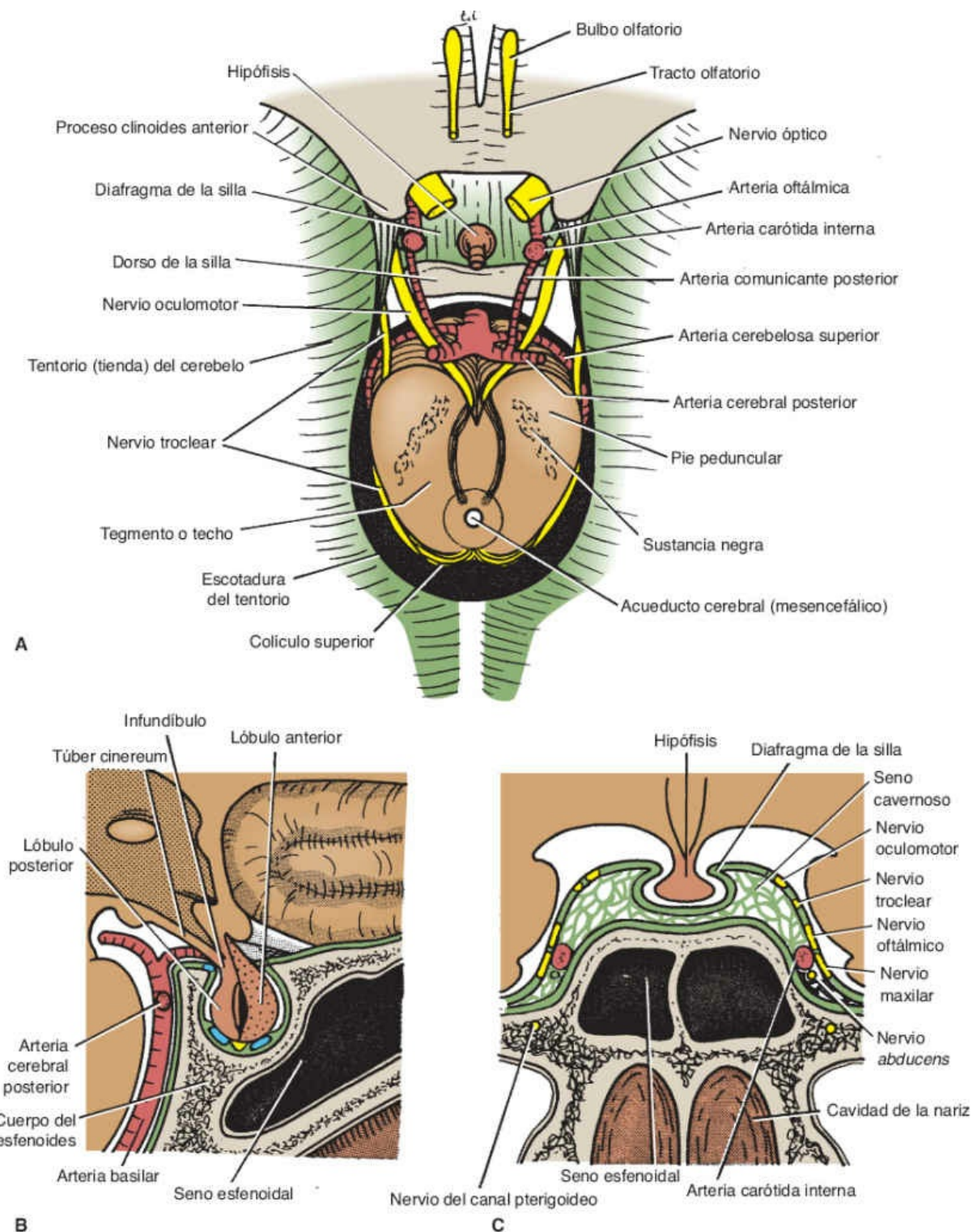


Figura 12-31 A. Vista superior de la silla turca. Se ha retirado el prosencéfalo y se han dejado en posición el mesencéfalo, la membrana del diafragma, la hipófisis y las arterias carótida interna y basilar. B. Sección sagital a través de la silla turca que muestra la hipófisis. C. Corte coronal a través del cuerpo del esfenoides que muestra la hipófisis y los senos cavernosos. Obsérvese la posición de los nervios craneales.

Drenaje venoso dural

Las venas menígeas se localizan en la capa endóstica de la duramadre. La **vena menígea media** acompaña a las ramas de la arteria menígea media y drena en

el plexo venoso pterigoideo o el seno esfenoparietal. Las venas se localizan laterales a las arterias.

Aracnoides

La aracnoides es una membrana delicada e impermeable que cubre el encéfalo y se localiza entre la piamadre internamente y la duramadre externamente (véase [fig. 12-2](#)). Se adhiere íntimamente a la cara profunda de la duramadre y está separada de la piamadre por el **espacio subaracnoideo**, que está lleno de **líquido cefalorraquídeo**.

Los puentes de la aracnoides sobre los surcos en la superficie del encéfalo y, en ciertas situaciones, la aracnoides y la piamadre, están ampliamente separados por las **cisternas subaracnoideas**.

En ciertas áreas, la aracnoides se proyecta hacia los senos venosos para formar **vellosidades aracnoideas**. Las vellosidades aracnoideas son más numerosas a lo largo del seno sagital superior. Los acúmulos de vellosidades aracnoideas se conocen como **granulaciones aracnoideas** (véase [fig. 12-2](#)). Dichas vellosidades ayudan a la difusión del líquido cefalorraquídeo hacia el torrente sanguíneo.

La aracnoides se fusiona con el epineuro de los nervios craneales en su punto de salida del cráneo. En el caso del nervio óptico, la aracnoides forma una vaina para el nervio que se extiende hacia la cavidad orbitaria a través del canal óptico y se fusiona con la esclera del globo ocular (véase [fig. 12-43](#)). Así, el espacio subaracnoideo se extiende alrededor del nervio óptico hasta el globo ocular.

Los **plexos coroideos** dentro de los ventrículos lateral, tercero y cuarto del encéfalo producen el líquido cefalorraquídeo. Este sale del sistema ventricular a través de los tres forámenes en el techo del cuarto ventrículo y, así, entra en el espacio subaracnoideo. A continuación, circula tanto superiormente sobre las superficies de los hemisferios cerebrales, como inferiormente, alrededor de la médula espinal. El espacio subaracnoideo espinal se extiende inferiormente hasta la vértebra S2 (véase [cap. 2](#)). Finalmente, el líquido pasa al torrente sanguíneo entrando en las vellosidades aracnoideas y difundiéndose a través de sus paredes.

Además de eliminar los productos de desecho asociados con la actividad neuronal, el líquido cefalorraquídeo proporciona un medio líquido en el que “flota” el encéfalo. Este mecanismo le protege eficazmente frente a traumatismos.

Piamadre

La piamadre es una membrana vascularizada adherida a la superficie del encéfalo, que cubre sus giros (circunvoluciones) y desciende hacia los surcos más profundos (véase [fig. 12-2](#)). Se extiende sobre los nervios craneales y se fusiona con su epineuro. Las arterias cerebrales que entran en la sustancia del encéfalo llevan consigo una vaina de piamadre.

Senos venosos (durales)

Como se ha comentado, las capas endóstica y menígea de la duramadre son inseparables, excepto en ciertos lugares donde se separan para formar conductos venosos (senos venosos; senos durales) (véase [fig. 12-2](#)). Dichos espacios están recubiertos por el endotelio; sus paredes son gruesas y compuestas de tejido fibroso; no tienen tejido muscular y **no tienen válvulas**. Reciben tributarias del encéfalo, el diploe del cráneo, la órbita y el oído interno.

Toda la sangre del encéfalo drena en los senos durales y luego sale del cráneo a través de venas verdaderas. La mayor parte de la sangre del encéfalo drena en las **venas yugulares internas**.

El **seno sagital superior** se localiza en el borde superior fijo de la hoz (falce) del cerebro (véanse [figs. 12-27](#) y [12-28](#)). Discurre posteriormente y se continúa con la confluencia de los senos y el seno transversal derecho. El seno se comunica a cada lado con las **lagunas venosas**. Numerosas vellosidades y granulaciones aracnoideas se proyectan en las lagunas (véase [fig. 12-2](#)). El seno sagital superior recibe las venas cerebrales superiores.

El **seno sagital inferior** se localiza en el borde inferior libre de la hoz (falce) del cerebro (véanse [figs. 12-2](#), [12-27](#) y [12-28](#)). Discurre posteriormente y se une a la vena cerebral magna para formar el seno recto. Recibe las venas cerebrales de la cara medial de los hemisferios cerebrales.

El **seno recto** se localiza en la unión de la hoz (falce) del cerebro con el tentorio (tienda) del cerebelo (véanse [figs. 12-27](#) a [12-29](#)). La unión del seno sagital inferior con la vena cerebral magna forma el seno recto, que drena en la confluencia de los senos y el seno transversal izquierdo.

La **confluencia de los senos** yace sobre la protuberancia occipital interna. Es el lugar de convergencia donde se unen los senos sagital superior y recto. La confluencia da lugar a los senos transversos.

El **seno transversal derecho** se origina en la confluencia de los senos como una continuación del seno sagital superior; el **seno transversal izquierdo** se origina en la confluencia y en general es una continuación del seno recto (véanse [figs. 12-28](#) y [12-29](#)). Cada seno se localiza en el borde lateral insertado (fijo) del tentorio (tienda) del cerebelo, y termina a cada lado convirtiéndose en el seno sigmoideo.

Los **senos sigmoideos** son continuaciones directas de los senos transversos. Cada seno gira inferiormente por detrás del antro mastoideo del hueso temporal y, luego, sale del cráneo a través del foramen yugular para convertirse en la **vena yugular interna**.

El **seno occipital** se localiza en el borde fijo de la hoz (falce) del cerebelo. Se comunica con las venas vertebrales a través del foramen magno y con los senos transversos.

Cada **seno cavernoso** se localiza en la cara lateral del cuerpo del hueso esfenoides (véanse [figs. 12-28](#), [12-29](#) y [12-31](#)). Anteriormente, el seno recibe la vena oftálmica superior y la vena central de la retina. El seno drena posteriormente hacia el seno transversal a través del **seno petroso superior** y

hacia el seno sigmoideo a través del **seno petroso inferior**. Los **senos intercavernosos** conectan los dos senos cavernosos a través de la silla turca. Cada seno cavernoso también drena en el **plexo basilar**, que a su vez drena a través del foramen y se conecta con los plexos venosos vertebrales. Además, el seno cavernoso tiene varias conexiones por medio de venas emisarias a través del suelo de la fosa craneal media hacia los plexos venosos pterigoideo y faríngeo en la fosa infratemporal.

Estructuras importantes asociadas con los senos cavernosos

- La arteria carótida interna y el nervio *abducens* (nervio craneal VI), que pasan a través de ellos (véase [fig. 12-31C](#)).
- En la pared lateral, los nervios craneales III y IV y las divisiones oftálmica y maxilar del nervio craneal V.
- La hipófisis, que yace medialmente en la silla turca.
- Las venas de la cara, que están conectadas con el seno cavernoso a través de la vena facial y la vena oftálmica superior, son una vía importante para la propagación de las infecciones de la cara (véase [fig. 12-28](#)).
- Los senos petrosos superior e inferior, que se extienden a lo largo de los bordes superior e inferior de la porción petrosa del hueso temporal (véanse [figs. 12-28 y 12-29](#)).

Hipófisis

La glándula hipófisis es un órgano pequeño y ovalado unido a la superficie inferior del encéfalo por el **infundíbulo** (véanse [figs. 12-27, 12-29 y 12-31](#)). La glándula está protegida gracias a su ubicación en la silla turca del hueso esfenoides. La hipófisis es vital, y se describe más adelante en este capítulo.



Notas clínicas

Hemorragias intracraneales

Las hemorragias intracraneales pueden deberse a traumatismos o lesiones cerebrovasculares. Aquí se consideran cuatro variedades: extradural, subdural, subaracnoidea y cerebral.

La **hemorragia extradural (epidural)** se debe a lesiones en las arterias o venas meníngicas. La arteria que se daña con mayor frecuencia es la **división anterior de la arteria meníngea media**. Un golpe ligero en el lado de la cabeza que produzca una fractura craneal en la región del **pterión** (porción anteroinferior del hueso parietal), puede seccionar la arteria. La lesión arterial o venosa es especialmente probable si los vasos entran en un canal óseo en esta región. Se desencadena el sangrado, y se diseca la duramadre de la cara interna del cráneo. Aumenta la presión intracraneal, y el crecimiento del coágulo ejerce presión local sobre el área motora subyacente, en el giro precentral. La sangre también puede salir al exterior a través de la línea de fractura, y formar una pequeña tumoración por debajo del músculo temporal. La arteria o vena desgarrada debe ligarse u ocluirse para detener la hemorragia.

La **hemorragia subdural** se produce por el desgarro de las **venas cerebrales superiores** en su punto de entrada al seno sagital superior. La causa suele ser un golpe en la parte frontal o posterior de la cabeza, que provoca un desplazamiento antero-posterior excesivo del encéfalo dentro del cráneo.

Esta alteración, que es mucho más frecuente que la hemorragia meníngea media, puede producirse por un golpe menor repentino. Una vez que la vena se desgarró, la sangre a baja presión comienza a separar las capas celulares de la duramadre-aracnoides y se acumula en el espacio potencial entre la duramadre y la aracnoides. En aproximadamente la mitad de los casos, la afectación es bilateral.

Hay formas agudas y crónicas, dependiendo de la velocidad de acumulación de líquido. Por ejemplo, si el paciente comienza a vomitar, la presión venosa aumenta como resultado de un incremento de la presión intratorácica. En estas circunstancias, el coágulo de sangre subdural crece rápidamente y produce síntomas agudos. En la forma crónica, a lo largo de varios meses, el pequeño coágulo de sangre atrae líquido por ósmosis, de modo que se forma un quiste hemorrágico que se expande gradualmente y produce síntomas por compresión. En ambas formas, el coágulo sanguíneo debe extraerse mediante trepanación.

La **hemorragia subaracnoidea** es el resultado de una filtración o la rotura de un aneurisma congénito en el **círculo arterial cerebral** (polígono de Willis) o, menos frecuentemente, de un angioma. Los síntomas son de inicio repentino e incluyen cefalea intensa, rigidez de nuca y pérdida de la consciencia. El diagnóstico se establece mediante la extracción de líquido cefalorraquídeo muy teñido con sangre a través de una punción lumbar (véase [cap. 2](#)).

La rotura de la arteria lenticuloestriada, de paredes finas y rama de la arteria cerebral media, suele causar una **hemorragia cerebral**. La hemorragia compromete las fibras vitales corticobulbares y corticoespinales de la cápsula interna y produce hemiplejía en el lado opuesto del cuerpo. El paciente pierde inmediatamente la consciencia, y se evidencia la parálisis cuando la recupera.

Hemorragia intracraneal en el lactante

Durante el parto puede producirse una hemorragia intracraneal en el lactante, normalmente como resultado de un moldeado excesivo de la cabeza. El sangrado puede producirse a partir de las venas cerebrales o los senos venosos. La compresión anteroposterior excesiva de la cabeza a puede producir el arrancamiento de la inserción anterior de la hoz (falce) del cerebro en el tentorio (tienda) del cerebelo. El sangrado se produce, entonces, a partir de las grandes venas cerebrales, el seno recto o el seno sagital inferior.

Encéfalo

El encéfalo es la parte del sistema nervioso central ubicada dentro de la cavidad craneal (véase [cap. 1](#)). Se continúa con la médula espinal a través del foramen magno. Véase un libro de texto de neurobiología para una descripción detallada de la estructura general del encéfalo. En las siguientes consideraciones se describen solo sus partes principales.

Partes principales del encéfalo		Cavidades del encéfalo
Prosencéfalo	Cerebro	Ventrículos laterales derecho e izquierdo
	Diencefalo	Tercer ventrículo
Mesencéfalo		Acueducto cerebral
Rombencéfalo	Puente	Cuarto ventrículo
	Médula oblongada	y canal central
	Cerebelo	

Cerebro

El cerebro es la parte más grande del encéfalo y está formado por los dos **hemisferios cerebrales** conectados por una masa de materia blanca llamada **cuerpo calloso** (véase [fig. 12-27](#)). Cada hemisferio se extiende desde los huesos frontales a los occipitales y se localiza en las fosas craneales anterior y media y, posteriormente, por encima del tentorio (tienda) del cerebelo. Los hemisferios están separados por una hendidura profunda, la **fisura longitudinal**, dentro de la cual se proyecta la **hoz (falce) del cerebro**.

La capa superficial de cada hemisferio se llama **corteza**, y está compuesta por sustancia gris (véase [fig. 12-2](#)). La corteza cerebral forma pliegues, denominados **giros** o **circunvoluciones**, separados por fisuras conocidas como **surcos**. Esta arquitectura aumenta considerablemente la superficie de la corteza. Varios de los grandes surcos subdividen la superficie de cada hemisferio en lóbulos, los cuales llevan el nombre de los huesos del cráneo que yacen por encima ([fig. 12-32](#)).

El **lóbulo frontal** es anterior al **surco central** y superior al **surco lateral**. El **lóbulo parietal** es posterior al surco central y superior al surco lateral. El **lóbulo occipital** yace por debajo del **surco parietooccipital**. El **lóbulo temporal** se ubica por debajo del surco lateral.

El **giro (circunvolución) precentral** se localiza inmediatamente anterior al surco central y se conoce como **área motora**. Las grandes motoneuronas de esta área controlan los movimientos voluntarios en el lado opuesto del cuerpo. La mayoría de las fibras nerviosas cruzan hacia el lado opuesto en la médula oblongada, a medida que descienden a la médula espinal. En el área motora, el cuerpo está representado de manera invertida: las neuronas que controlan los movimientos de los pies se ubican en la parte superior y las que controlan los movimientos de la cara y las manos, en la parte inferior.

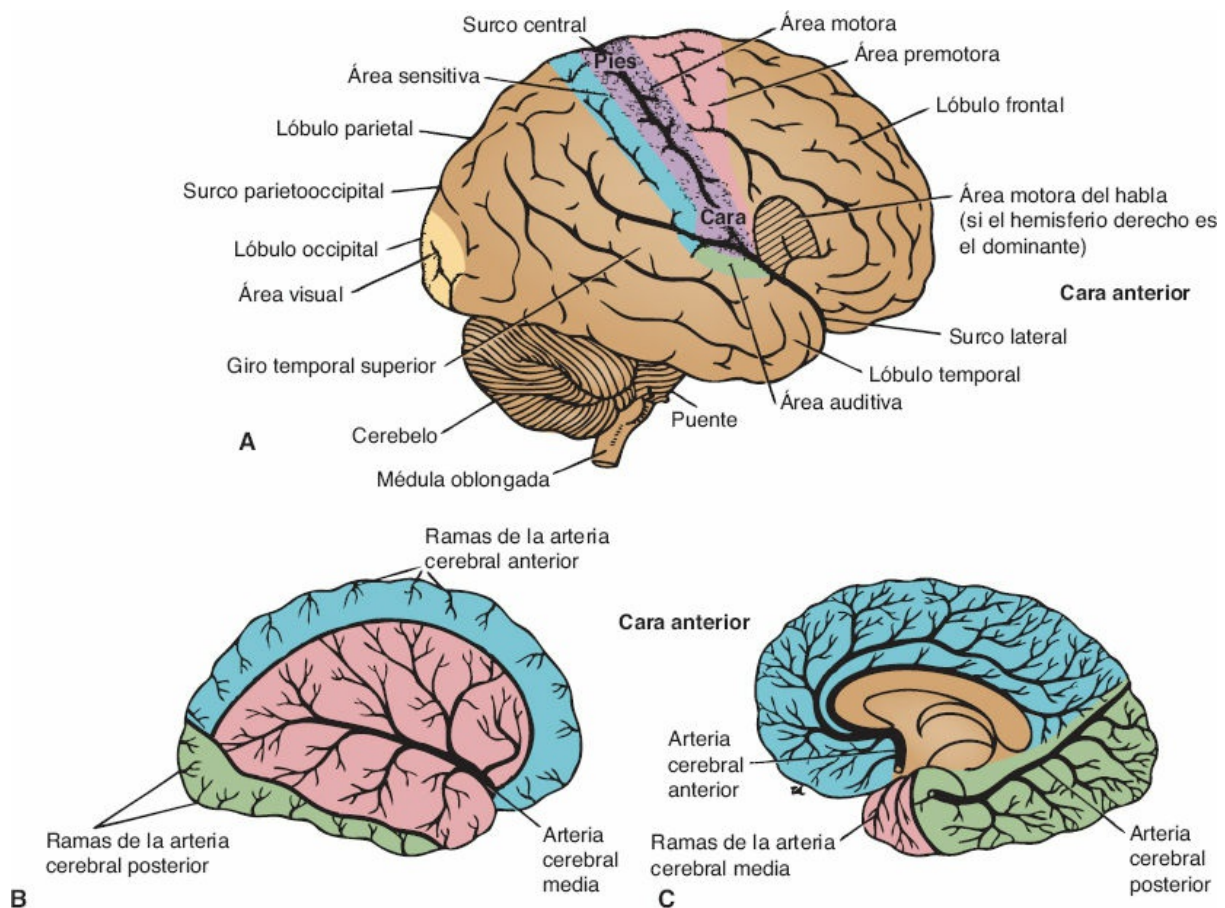


Figura 12-32. A. Lado derecho del encéfalo que muestra la localización de algunas áreas importantes de la función cerebral. Obsérvese que el área del habla motora se localiza con más frecuencia en el hemisferio cerebral izquierdo que en el derecho. B. Cara lateral del hemisferio cerebral que muestra áreas irrigadas por las arterias cerebrales. En esta y en la siguiente figura, la arteria cerebral anterior inerva las áreas coloreadas en azul, la cerebral media las coloreadas en rojo, y la cerebral posterior las coloreadas en verde. C. Cara medial del hemisferio cerebral que muestra las áreas irrigadas por las arterias cerebrales.

El **giro poscentral** yace inmediatamente posterior al surco central y se conoce como **área sensitiva**. Las pequeñas neuronas de esta área reciben e interpretan sensaciones de dolor, temperatura, tacto y presión del lado opuesto del cuerpo.

El **giro temporal superior** yace inmediatamente inferior al surco lateral. Una mitad del mismo se ocupa de la recepción e interpretación del sonido y se conoce como **área auditiva**.

El **área de Broca**, o **área motora del habla**, se localiza inmediatamente superior al surco lateral. Controla los músculos utilizados en el habla. Es dominante en el hemisferio izquierdo en las personas diestras y en el hemisferio derecho en las personas zurdas.

El **área visual** se localiza en el polo posterior y la cara medial del hemisferio cerebral, en la región del **surco calcarino**. Es el área de recepción de los estímulos visuales.

El **ventrículo lateral** es la cavidad dentro de cada hemisferio cerebral. Cada uno de ellos se comunica con el tercer ventrículo a través del **foramen**

interventricular (véase fig. 12-27).

Diencefalo

El diencefalo está casi completamente oculto por la superficie del encéfalo. Está formado por el **tálamo**, dorsal, y el **hipotálamo**, ventral (véase fig. 12-27). El tálamo es una gran masa de sustancia gris a ambos lados del **tercer ventrículo**. Es la gran estación de relevo en el camino sensitivo aferente hacia la corteza cerebral.

El hipotálamo forma la parte inferior de la pared lateral y el suelo del tercer ventrículo. En secuencia anteroposterior, estas son las estructuras ubicadas en el suelo del tercer ventrículo: el **quiasma óptico** (fig. 12-33), el **túber cinereum** y el **infundíbulo**, los **cuerpos (tubérculos) mamilares** y la **sustancia perforada posterior**.

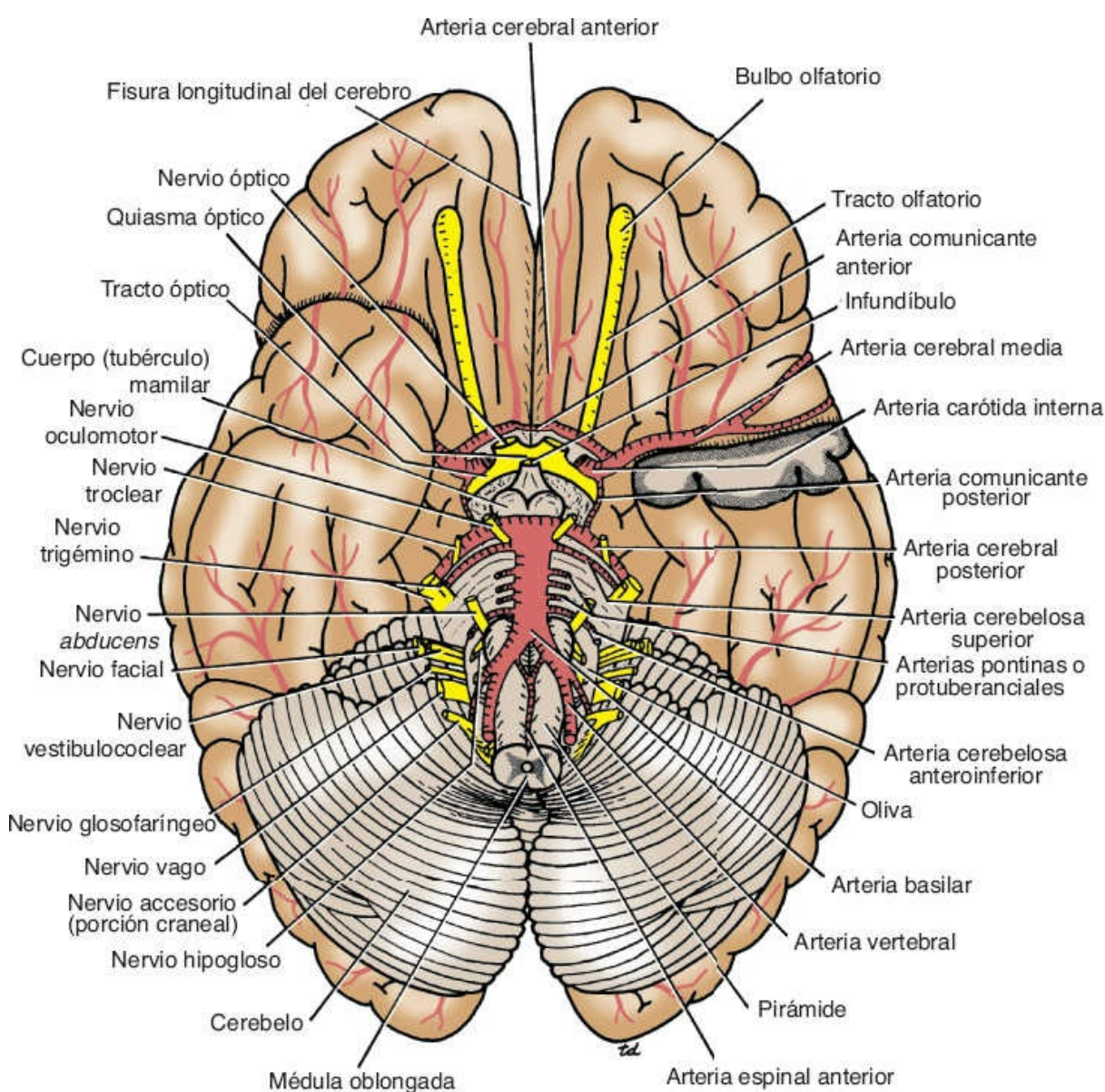


Figura 12-33. Arterias y nervios craneales observados desde la cara inferior del encéfalo. Se ha retirado el polo anterior del lóbulo temporal izquierdo para mostrar el trayecto de la arteria cerebral media.

Mesencéfalo

El mesencéfalo es la parte estrecha del encéfalo que pasa a través de la escotadura del tentorio y conecta el prosencéfalo con el rombencéfalo (véase [fig. 12-27](#)).

El mesencéfalo está compuesto por dos mitades laterales denominadas **pedúnculos cerebrales**. Cada pedúnculo está dividido en una parte anterior, el **pie peduncular**, y una parte posterior, el **tegmento**, por una banda pigmentada de sustancia gris, la **sustancia negra** (véase [fig. 12-31A](#)). La estrecha cavidad del mesencéfalo es el **acueducto cerebral (mesencefálico)**, que conecta el tercer y el cuarto ventrículos. El **techo** es la parte del mesencéfalo posterior al acueducto cerebral; tiene cuatro pequeñas protuberancias superficiales: dos **colículos superiores** y dos **colículos inferiores**. Los colículos se localizan en la profundidad, entre el cerebelo y los hemisferios cerebrales.

El **cuerpo pineal** (glándula pineal) es una pequeña estructura glandular que se localiza entre los colículos superiores (véase [fig. 12-27](#)). Se inserta mediante un tallo en la región de la pared posterior del tercer ventrículo. En general, la glándula pineal se calcifica en personas adultas, por lo que es visible en las radiografías.

Rombencéfalo

El **punte** se localiza en la cara anterior del cerebelo entre el mesencéfalo superiormente y la médula oblongada inferiormente (véase [fig. 12-27](#)). Está compuesto principalmente por fibras nerviosas, que conectan las dos mitades del cerebelo. También contiene fibras ascendentes y descendentes que conectan el prosencéfalo, el mesencéfalo y la médula espinal. Algunas de las neuronas del interior del puente sirven como estaciones de relevo, mientras que otras forman los núcleos de los nervios craneales.

La **médula oblongada (bulbo raquídeo)**, de forma cónica, conecta el puente con la médula espinal. En la cara anterior de la médula oblongada hay una **fisura media**, y a cada lado posee una protuberancia denominada **pirámide** (véase [fig. 12-33](#)). Las pirámides están compuestas por haces de fibras nerviosas que se originan en grandes neuronas en el giro precentral de la corteza cerebral. Las pirámides se estrechan inferiormente, y aquí, la mayoría de las fibras descendentes cruzan hacia el lado opuesto, formando la **decusación piramidal**.

Posteriores a las pirámides se ubican las **olivas**, elevaciones ovaladas producidas por los **núcleos olivares** subyacentes (complejo olivar inferior). Por detrás de las olivas están los **pedúnculos cerebelosos inferiores**, que conectan la médula oblongada con el cerebelo.

En la cara posterior de la parte inferior de la médula oblongada se localizan los **tubérculos grácil y cuneiforme**, producidos por el **núcleo grácil** (medial) y el **núcleo cuneiforme** (lateral) subyacentes.

El **cerebelo** se ubica dentro de la fosa craneal posterior, por debajo del tentorio (tienda) del cerebelo (véase [fig. 12-27](#)). Se localiza posterior a la protuberancia y la médula oblongada. Está formado por dos **hemisferios**

conectados por una porción media, el **vermis**. El cerebelo está conectado con el mesencéfalo por los **pedúnculos cerebelosos superiores**, con el puente por los **pedúnculos cerebelosos medios**, y con la médula oblongada por los **pedúnculos cerebelosos inferiores**.

La capa superficial de cada hemisferio cerebeloso, denominada **corteza**, está compuesta por sustancia gris. La corteza del cerebelo forma pliegues, u **hojas**, separados por **fisuras transversales** muy poco separadas entre ellas. Ciertas masas de sustancia gris se localizan en el interior del cerebelo, incluidas en la sustancia blanca; la mayor de estas masas se conoce como **núcleo dentado**.

El cerebelo desempeña un papel importante en el control del tono muscular y la coordinación del movimiento del mismo lado del cuerpo.

La cavidad del rombencéfalo es el **cuarto ventrículo**. Esta limitada anteriormente por el puente y la médula oblongada y posteriormente por los **velos medulares superior e inferior** y el cerebelo. El cuarto ventrículo está conectado superiormente con el tercer ventrículo por el **acueducto cerebral**, e inferiormente es continuo con el canal central de la médula espinal. Se comunica con el espacio subaracnoideo a través de tres aberturas en la parte inferior del techo: una media y dos laterales.

Ventrículos

El sistema ventricular del encéfalo consta de dos **ventrículos laterales**, y los ventrículos **tercero** y **cuarto**. Los ventrículos laterales se comunican con el tercer ventrículo a través del foramen interventricular (véase [fig. 12-27](#)). El tercer ventrículo se comunica con el cuarto por el **acueducto cerebral**. El cuarto ventrículo, a su vez, es continuo con el estrecho **canal central de la médula espinal** y, a través de los tres forámenes de su techo, con el espacio subaracnoideo. Los ventrículos están llenos de líquido cefalorraquídeo, producido por los **plexos coroideos** de cada ventrículo. El tamaño y la forma de los ventrículos cerebrales son visibles mediante tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM) (véanse [figs. 12-126 a 12-128](#)).

Vascularización del encéfalo

Las dos **arterias carótidas internas** y las dos **arterias vertebrales** irrigan el encéfalo (véase [fig. 12-33](#)). Las cuatro arterias se anastomosan en la cara inferior del encéfalo y forman el **círculo arterial cerebral** (polígono de Willis). Tres pares de arterias cerebrales se ramifican fuera del polígono e irrigan el encéfalo (véanse [figs. 12-32 y 12-33](#)).

Las venas encefálicas no tienen tejido muscular en sus paredes y no presentan válvulas. Nacen en el cerebro y drenan hacia los senos venosos craneales (véase [fig. 12-2](#)). Hay venas cerebrales y cerebelosas y venas del tronco encefálico. La **vena cerebral magna** está formada por la unión de las dos **venas cerebrales internas** y drena en el **seno recto** (véase [fig. 12-28](#)).



Notas clínicas

Lesiones encefálicas

Las lesiones directas del encéfalo se producen por el desplazamiento y la distorsión de los tejidos neuronales en el momento del impacto. El encéfalo puede compararse con un tronco empapado que flota semisumergido en agua. Así, el encéfalo flota sobre el líquido cefalorraquídeo en el espacio subaracnoideo, con capacidad para un pequeño movimiento anteroposterior, limitado por la unión de las venas cerebrales superiores al seno sagital superior. El desplazamiento lateral del encéfalo está limitado por la hoz (falce) del cerebro. El tentorio (tienda) y la hoz (falce) del cerebelo también restringen el desplazamiento del encéfalo.

Los golpes en la parte frontal o posterior de la cabeza producen un desplazamiento anteroposterior del encéfalo, que puede provocar un grave daño cerebral, estiramiento y distorsión del tronco encefálico, y estiramiento e incluso desgarro de las comisuras del encéfalo. Los términos **conmoción cerebral**, **contusión** y **laceración** son los utilizados clínicamente para describir los grados de lesión encefálica.

Los golpes laterales en la cabeza producen menos desplazamiento cerebral, y las lesiones directas al encéfalo tienden a ser menos graves.

Nervios craneales en la cavidad craneal

Doce pares de nervios craneales se ramifican desde la base del encéfalo (véase fig. 12-33):

- I. Olfatorio (sensorial)
- II. Óptico (sensorial)
- III. Oculomotor (motor)
- IV. Troclear (motor)
- V. Trigémino (mixto)
- VI. *Abducens* (motor)
- VII. Facial (mixto)
- VIII. Vestibulococlear (sensorial)
- IX. Glosofaríngeo (mixto)
- X. Vago (mixto)
- XI. Accesorio (motor)
- XII. Hipogloso (motor)

Los nervios emergen del encéfalo y pasan a través de forámenes y fisuras de la base del cráneo. Todos los nervios se distribuyen en la cabeza y el cuello, excepto el vago, que también inerva estructuras en el tórax y el abdomen. Los nervios olfatorio, óptico y vestibulococlear son enteramente sensoriales. Los nervios oculomotor, troclear, *abducens*, accesorio e hipogloso son completamente motores. El resto de los nervios son mixtos. Los nervios craneales se describen a detalle más adelante en este capítulo.

ÓRBITA Y OJO

Las órbitas son un par de cavidades óseas ubicadas en la cara que contienen los

globos oculares, sus músculos, nervios, vasos y grasa asociados, y la mayor parte del aparato lagrimal. Dos repliegues finos y móviles, los párpados, protegen el orificio orbitario.

Párpados

Los párpados protegen el ojo de traumatismos y de la luz excesiva. El párpado superior es más grande y más móvil que el inferior, y se encuentran entre sí en los **ángulos medial** y **laterales** (fig. 12-34). La **hendidura palpebral** es una abertura elíptica entre los párpados, y constituye la entrada al **saco conjuntival**. Cuando el ojo está cerrado, el párpado superior cubre completamente la córnea del ojo. Cuando el ojo está abierto y mirando hacia el frente, el párpado superior solo cubre el borde superior de la córnea. El párpado inferior se localiza inmediatamente inferior a la córnea cuando el ojo está abierto y se eleva ligeramente cuando está cerrado.

Los párpados están cubiertos externamente por piel, e internamente por una mucosa denominada **conjuntiva**. Las **pestañas** son pelos cortos y curvos en los bordes libres de los párpados. Están dispuestas en filas dobles o triples en la unión mucocutánea. Las **glándulas sebáceas** (de Zeis) se abren directamente en los folículos de las pestañas. Las **glándulas ciliares** (de Moll) son glándulas sudoríparas modificadas que se abren por separado entre las pestañas adyacentes. Las **glándulas del tarso** son grandes glándulas sebáceas modificadas que vierten su secreción oleosa en el borde del párpado; sus orificios se localizan por detrás de las pestañas. Este material graso previene la caída de líquido lagrimal (cuando se produce en cantidades normales) y ayuda al cierre hermético de los párpados.

El ángulo medial, más redondeado, está separado del globo ocular por un espacio pequeño, el **lago lagrimal**, en el centro del cual se observa una pequeña elevación amarillo-rojiza, la **carúncula lagrimal** (fig. 12-35; véase también fig. 12-34). Un pliegue semilunar rojizo, llamado **pliegue semilunar de la conjuntiva**, se localiza en la cara lateral de la carúncula.

Una pequeña elevación, la **papila lagrimal**, se localiza cerca del ángulo medial del ojo. En el extremo de la papila hay un pequeño orificio, el **punto lagrimal**, que conduce al **conductillo lagrimal**. La papila lagrimal se proyecta hacia el lago lagrimal, y el punto y el canalículo transportan las lágrimas hacia la nariz (véase la sección sobre aparato lagrimal más adelante).

La **conjuntiva** es una fina mucosa que reviste los párpados y se refleja en los **fórnix conjuntivales superior e inferior** sobre la cara anterior del globo ocular (véase fig. 12-34). Este epitelio es continuo con el de la córnea. Los conductos de la glándula lagrimal perforan la parte lateral superior del fórnix superior (véase más adelante). La conjuntiva forma así un espacio potencial, el **saco conjuntival**, que se abre en la hendidura palpebral. El **surco subtarsal** es un surco en la cara profunda del párpado que se extiende cerca y paralelo al borde del párpado. El surco tiende a atrapar pequeñas partículas extrañas que se introducen en el saco conjuntival y, por lo tanto, es clínicamente relevante.

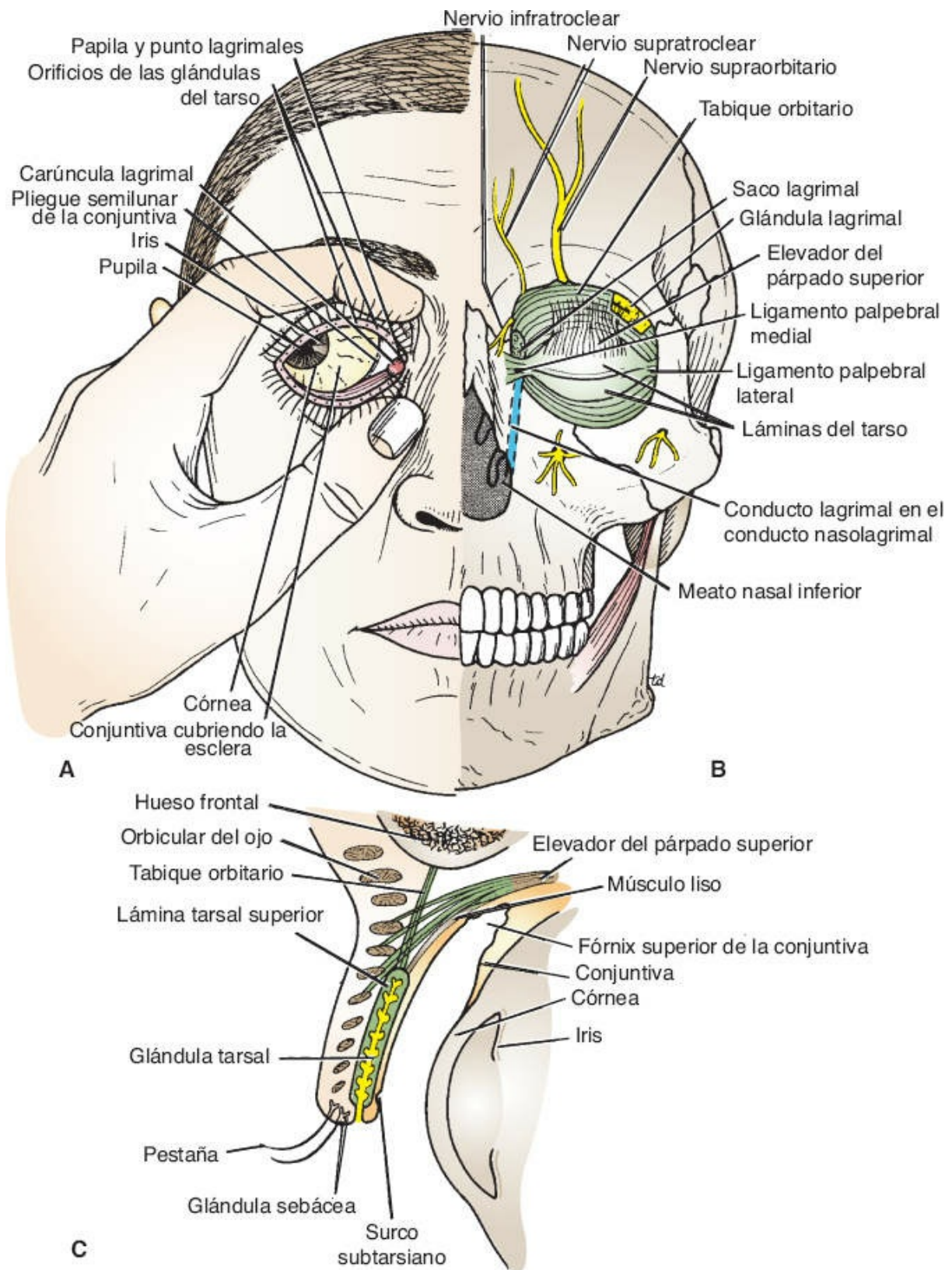


Figura 12-34 **A.** Vista anterior del ojo derecho, con los párpados separados para mostrar las aberturas de las glándulas tarsales, el pliegue semilunar de la conjuntiva, la carúncula lagrimal y el punto lagrimal. **B.** Ojo izquierdo, que muestra las láminas tarsales superior e inferior y la glándula, el saco y el conducto lagrimales. Obsérvese que se ha seccionado una pequeña ventana en el tabique orbitario para mostrar la glándula lagrimal subyacente y la grasa (amarillo). **C.** Sección sagital a través del párpado superior y el fórnix superior de la conjuntiva. Nótese la presencia de músculo liso en el elevador superior del párpado. En general, se identifica como el músculo tarsal superior.

El **tabique orbitario** es una lámina fibrosa que forma los límites de los párpados. Se inserta en el periostio en los bordes de la órbita. El tabique orbitario se engrosa en los bordes de los párpados para formar las **láminas del tarso superior e inferior**. El **ligamento palpebral lateral** une los extremos laterales de las láminas del tarso con un tubérculo óseo justo dentro del borde orbitario. El **ligamento palpebral medial** une los extremos mediales de las láminas con la cresta del hueso lagrimal. Las glándulas del tarso están contenidas en la cara posterior de las láminas tarsales.

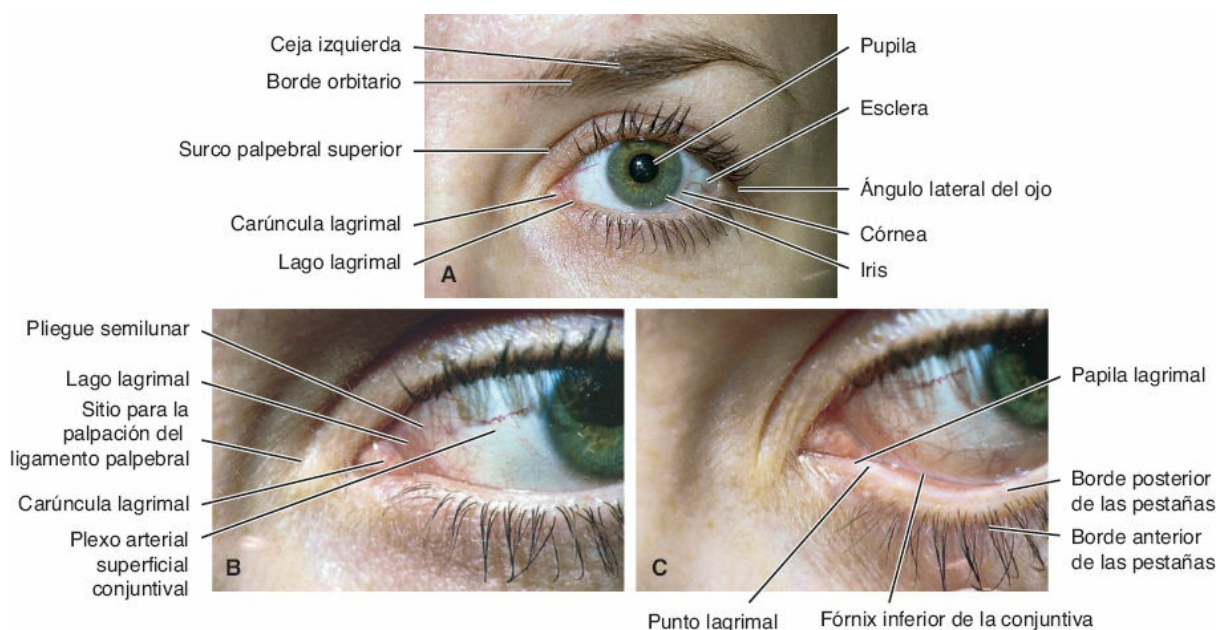


Figura 12-35. Ojo izquierdo de una mujer adulta. **A.** Nombres de las estructuras vistas en el examen del ojo. **B.** Vista ampliada del ángulo medial entre los párpados. **C.** El párpado inferior se ha estirado inferiormente y evertido ligeramente para revelar el punto lagrimal.

Las láminas del tarso y el tabique orbitario están recubiertas superficialmente por las **fibras palpebrales del músculo orbicular del ojo**. La aponeurosis de inserción del músculo **elevador del párpado superior** perfora el tabique orbitario para alcanzar la cara anterior de la lámina tarsal superior y la piel. Una fina banda de músculo liso, el **músculo tarsal superior**, yace bajo el elevador.

Movimientos oculares

Las acciones de los músculos del párpado son más pronunciadas en el párpado superior. Así, “abrir el ojo” en general describe la acción de elevar los párpados superiores. A la inversa, “cerrar los ojos” describe la acción de descender los párpados superiores.

La posición de los párpados en reposo depende del tono del **orbicular del ojo**, el **elevador del párpado superior** y el **tarsal superior**, así como de la posición del globo ocular. Los párpados se cierran por la contracción del orbicular del ojo y la relajación de los músculos elevador del párpado superior y tarsal superior. El ojo se abre por el elevador del párpado superior o el tarsal superior, que levantan el párpado superior. Al mirar hacia arriba, el elevador del

párpado superior se contrae, y el párpado superior se mueve con el globo ocular. Al mirar hacia abajo, ambos párpados se mueven; el párpado superior continúa cubriendo la parte superior de la córnea, y el párpado inferior es ligeramente traccionado inferiormente por la conjuntiva, que está insertada en la esclera y el párpado inferior.

Los músculos de los párpados se resumen en la [tabla 12-4](#).

Aparato lagrimal

El aparato lagrimal está formado por las estructuras que secretan y transportan las lágrimas, es decir, las glándulas lagrimales y los conductos lagrimales. El correcto funcionamiento de este aparato es fundamental para garantizar que la córnea permanezca húmeda.

Glándula lagrimal

La glándula lagrimal está formada por una gran **porción orbitaria** y una **porción palpebral** más pequeña, continuas entre sí alrededor del borde lateral de la aponeurosis del elevador del párpado superior. La glándula está ubicada sobre el globo ocular en la parte anterolateral superior de la órbita, posterior al tabique orbitario (véase [fig. 12-34](#)). La glándula se abre hacia la parte lateral del fórnix superior de la conjuntiva en aproximadamente 12 conductos.

La **inervación secretomotora parasimpática** deriva del núcleo lagrimal del **nervio facial**. Las fibras preganglionares alcanzan el ganglio pterigopalatino a través del nervio intermedio y su ramo, el **nervio petroso mayor**, y a través del nervio del canal pterigoideo. Las fibras posganglionares salen del ganglio y se unen al nervio maxilar. Luego pasan a su ramo, el nervio cigomático, y al nervio cigomaticotemporal. Alcanzan la glándula lagrimal dentro del **nervio lagrimal**.

El **inervación posganglionar simpática** proviene del plexo carotídeo interno y viaja en los nervios **petroso profundo**, el del canal pterigoideo, el maxilar, el cigomático, el cigomaticotemporal y, por último, el lagrimal.

Conductos lagrimales

Las lágrimas secretadas por las glándulas lagrimales circulan a través de la córnea y se acumulan en el **lago lagrimal**. Desde aquí, las lágrimas entran en los **canalículos lagrimales** a través del **punto lagrimal**. Los canalículos lagrimales pasan medialmente y desembocan en el **saco lagrimal** (véase [fig. 12-34](#)), que se localiza en el surco lagrimal posterior al ligamento palpebral medial, así como constituye el extremo superior ciego del conducto nasolagrimal.

Tabla 12-4 Músculos del globo ocular y los párpados

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculos extrínsecos del globo ocular (músculo esquelético estriado)				
Recto superior	Anillo tendinoso en la pared posterior de la cavidad orbitaria	Cara superior del globo ocular inmediatamente posterior a la unión esclerocorneal	Nervio oculomotor (NC III)	Eleva la córnea medialmente.
Recto inferior	Anillo tendinoso en la pared posterior de la cavidad orbitaria	Cara inferior del globo ocular, inmediatamente posterior a la unión esclerocorneal	Nervio oculomotor (NC III)	Desciende la córnea medialmente.
Recto medial	Anillo tendinoso en la pared posterior de la cavidad orbitaria	Cara medial del globo ocular, inmediatamente posterior a la unión esclerocorneal	Nervio oculomotor (NC III)	Rota el globo ocular para que la córnea mire medialmente.
Recto lateral	Anillo tendinoso en la pared posterior de la cavidad orbitaria	Cara lateral del globo ocular, inmediatamente posterior a la unión esclerocorneal	Nervio abducens (NC VI)	Rota el globo ocular para que la córnea mire lateralmente.
Oblicuo superior	Pared posterior de la cavidad orbitaria	Pasa a través de la tróclea (polea) y se inserta a la cara superior del globo ocular por debajo del recto superior	Nervio troclear (NC IV)	Rota el globo ocular para que la córnea mire inferolateralmente.
Oblicuo inferior	Suelo de la cavidad orbitaria	Cara lateral del globo ocular profundo con respecto al recto lateral	Nervio oculomotor (NC III)	Rota el globo ocular para que la córnea mire superolateralmente.
Músculos intrínsecos del globo ocular (músculo liso)				
Esfínter de la pupila (iris)			Vía parasimpática del nervio oculomotor	Contrae la pupila.
Dilatador de la pupila (iris)			Simpática	Dilata la pupila.
Músculo ciliar			Vía parasimpática del nervio oculomotor	Controla la forma de la lente; en la acomodación, hace que la lente sea más globular.
Músculos de los párpados				
Orbicular del ojo (véase tabla 12-3)				
Elevador del párpado superior	Dorso de la cavidad orbitaria	Cara anterior y borde superior de la lámina superior del tarso	Músculo estriado nervio oculomotor, músculo liso (simpático)	Eleva el párpado superior.

El **conducto nasolagrimal** tiene unos 1,3 cm de largo y emerge por el extremo inferior del saco lagrimal; desciende posterolateralmente en un canal óseo y se abre hacia el **meato nasal inferior** en la pared lateral inferior de la fosa nasal. Un pliegue de mucosa, el **pliegue lagrimal**, protege la abertura. Esto evita que, al sonarse la nariz, el aire pase por el conducto hacia el saco lagrimal.

Órbita

La órbita es una cavidad piramidal con una base ubicada anteriormente y un vértice ubicado posteriormente (fig. 12-36). Partes de tres huesos forman el **borde orbitario**, que circunscribe la base:

- **Borde superior.** Hueso frontal.
- **Borde lateral.** Proceso de los huesos frontal y cigomático.
- **Borde inferior.** Huesos cigomático y maxilar.
- **Borde medial.** Proceso maxilar y hueso frontal.

Los bordes de la órbita conducen de nuevo a cuatro **paredes orbitarias** compuestas por múltiples elementos, que se enumeran a continuación:

- **Techo (pared superior).** Formado por la lámina orbitaria del hueso frontal y el ala menor del esfenoides. Separa la cavidad orbitaria de la fosa craneal anterior y el lóbulo frontal del hemisferio cerebral.
- **Pared lateral.** Formada por el hueso cigomático y el ala mayor del esfenoides.

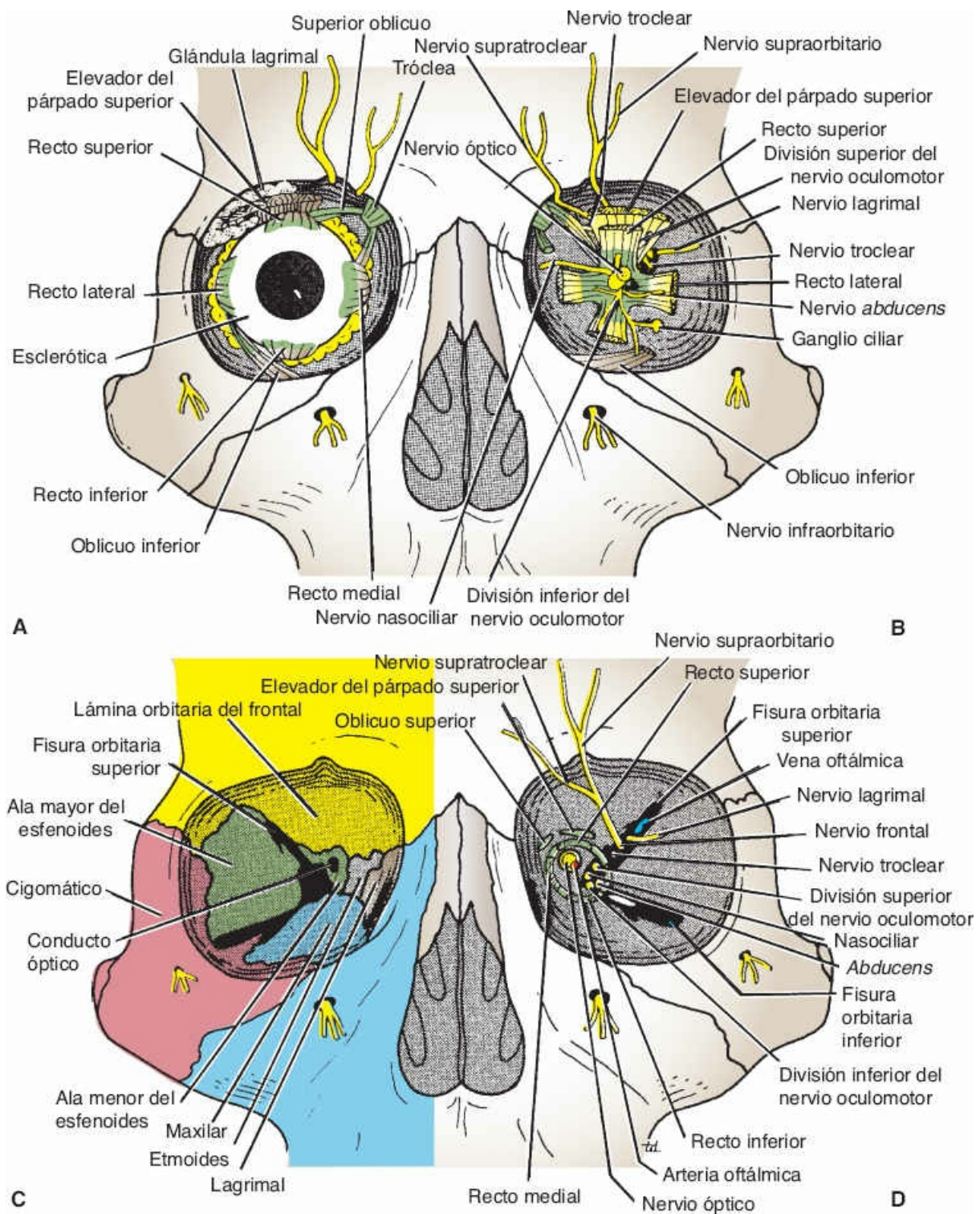


Figura 12-36 A. Globo ocular derecho (vista anterior). B. Músculos y nervios de la órbita izquierda (vista anterior). C. Huesos de las paredes de la órbita derecha. D. Canal óptico y fisuras orbitarias superior e inferior en el lado izquierdo.

- **Suelo (pared inferior).** Formado en gran parte por la lámina orbitaria del

maxilar (que separa la cavidad orbitaria del seno maxilar) y en menor grado por los huesos cigomático y palatino.

- **Pared medial.** Formada anteroposteriormente por el proceso frontal del maxilar, el hueso lagrimal, la lámina orbitaria del etmoides (que separa la cavidad orbitaria de los senos etmoidales) y el cuerpo del esfenoides.

Aberturas de la cavidad orbitaria

Diversas aberturas conectan directamente la órbita con áreas adyacentes y dan paso a múltiples estructuras neurovasculares (véase [fig. 12-36](#)).

- **Orificio orbitario.** Gran abertura anterior que forma la base de la órbita y se comunica directamente con la cara. Casi una sexta parte del globo ocular protruye a través de la base y está expuesta; las paredes orbitarias protegen el resto.
- **Escotadura supraorbitaria (a menudo un foramen supraorbitario).** Situada en el hueso frontal, sobre el borde orbitario superior. Transmite el nervio supraorbitario y los vasos sanguíneos.
- **Surco y canal infraorbitarios.** Situados en el suelo de la órbita, en la lámina orbitaria del maxilar superior ([fig. 12-37](#)). Transmiten el nervio infraorbitario (una continuación del nervio maxilar) y vasos sanguíneos.
- **Canal nasolagrimal.** Ubicado por delante en la pared medial, en el hueso lagrimal. Transmite el conducto nasolagrimal y se comunica con el meato inferior de la nariz (véase [fig. 12-34](#)).
- **Forámenes etmoidales anterior y posterior.** Dos pequeñas aberturas en la pared medial, normalmente en el hueso etmoides. Transmiten los nervios etmoidales anterior y posterior (ambos ramos del nervio oftálmico), respectivamente.
- **Forámenes cigomaticotemporal y cigomaticofacial.** Dos pequeñas aberturas en la pared lateral, normalmente en el hueso cigomático. Transmiten los nervios cigomaticotemporal y cigomaticofacial (ambos ramos del nervio maxilar), respectivamente.
- **Fisura orbitaria inferior.** Ubicada posteriormente, entre el maxilar y el ala mayor del esfenoides (véase [fig. 12-36](#)); se comunica con la fosa pterigopalatina. Transmite el nervio maxilar y sus ramos infraorbitarios y cigomáticos, la vena oftálmica inferior y los nervios simpáticos.
- **Fisura orbitaria superior.** Localizada posteriormente, entre las alas mayor y menor del esfenoides; se comunica con la fosa craneal media. Transmite los nervios oculomotor, troclear, oftálmico y *abducens*, así como la vena oftálmica superior.
- **Canal óptico.** Ubicado posteriormente, en el ala menor del esfenoides, en el vértice de la órbita; se comunica con la fosa craneal media. Transmite el nervio óptico y la arteria oftálmica.

Fascia orbitaria

La fascia orbitaria es el periostio de los huesos que forman las paredes de la

órbita. Está ligeramente insertada en los huesos y se continúa, a través de los forámenes y las fisuras, con el periostio que cubre la superficie externa de los huesos.

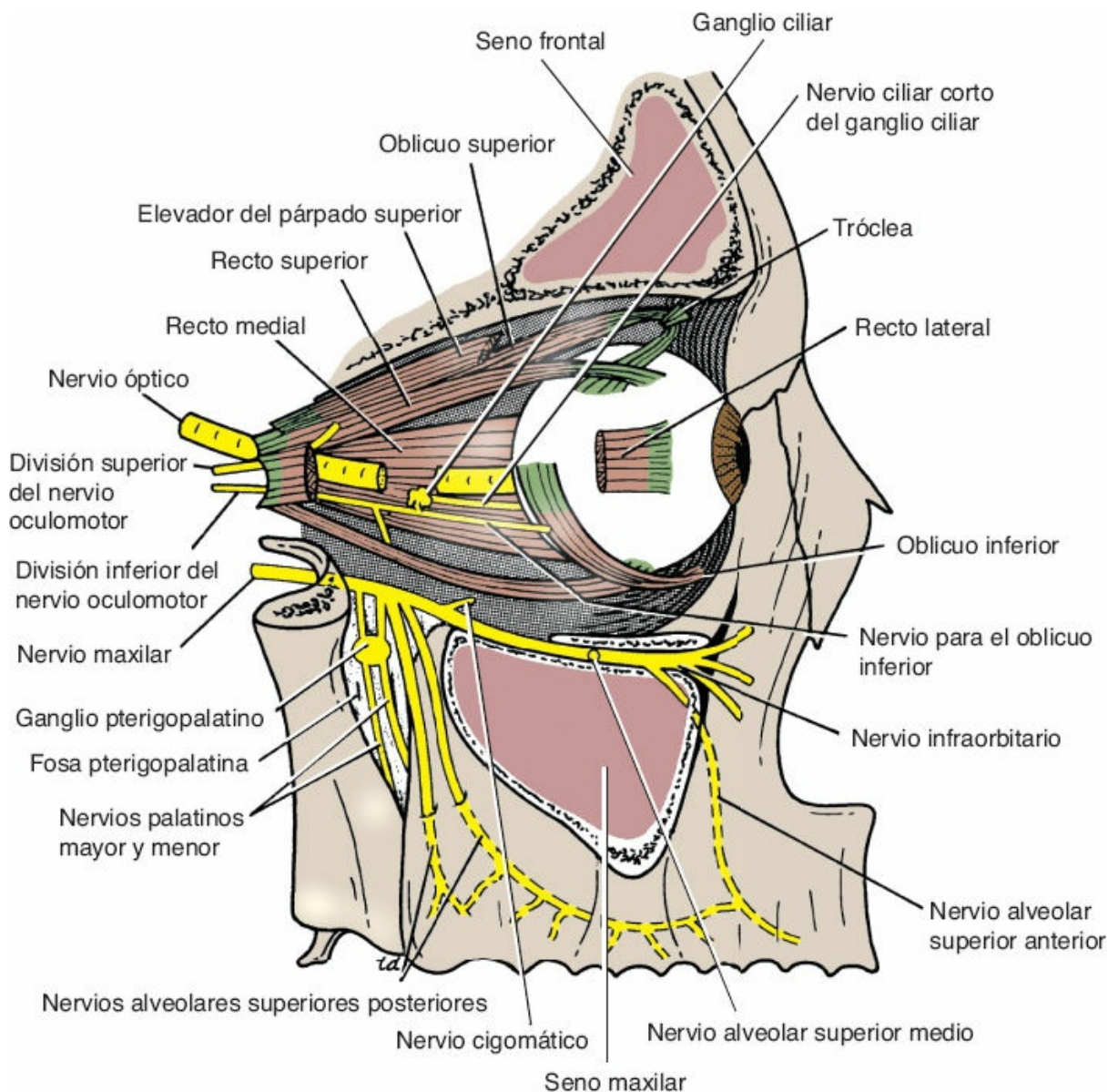


Figura 12-37. Músculos y nervios de la órbita derecha (cara lateral). También se muestran el nervio maxilar y el ganglio pterigopalatino en la fosa pterigopalatina.

Nervios

La órbita está inervada por seis nervios craneales (óptico, oculomotor, troclear, trigémino, *abducens*, facial), además de otros componentes autónomos adicionales.

Nervio óptico (NC I)

El nervio óptico entra en la órbita desde la fosa craneal media a través del canal óptico (fig. 12-38). Está acompañado por la arteria oftálmica, que se localiza en

su cara lateral inferior. Revestimientos de piamadre, aracnoides y duramadre rodean el nervio (véase [fig. 12-43](#)). Discurre anterolateralmente dentro del cono de los músculos rectos y perfora la esclera en un punto medial al polo posterior del globo ocular. Aquí, las meninges se fusionan con la esclera de modo que el espacio subaracnoideo, con el líquido cefalorraquídeo, se extiende anteriormente desde la fosa craneal media, alrededor del nervio óptico y a través del canal óptico, hasta el globo ocular. Por lo tanto, un aumento de la presión del líquido cefalorraquídeo dentro de la cavidad craneal se transmite a la parte posterior del globo ocular.

Nervio oculomotor (NC III)

El nervio oculomotor se divide en dos partes, un ramo superior y otro inferior, a medida que entra en la órbita a través de la parte inferior de la fisura orbitaria superior (véase [fig. 12-36](#)). El **ramo superior** inerva el músculo recto superior; a continuación, lo perfora e inerva el músculo elevador del párpado superior. El **ramo inferior** inerva el recto inferior, el recto medial y el músculo oblicuo inferior. El nervio para el oblicuo inferior emite un ramo que pasa al **ganglio ciliar** (véase [fig. 12-37](#)) y transporta fibras parasimpáticas para el esfínter de la pupila y el músculo ciliar (véase más adelante).

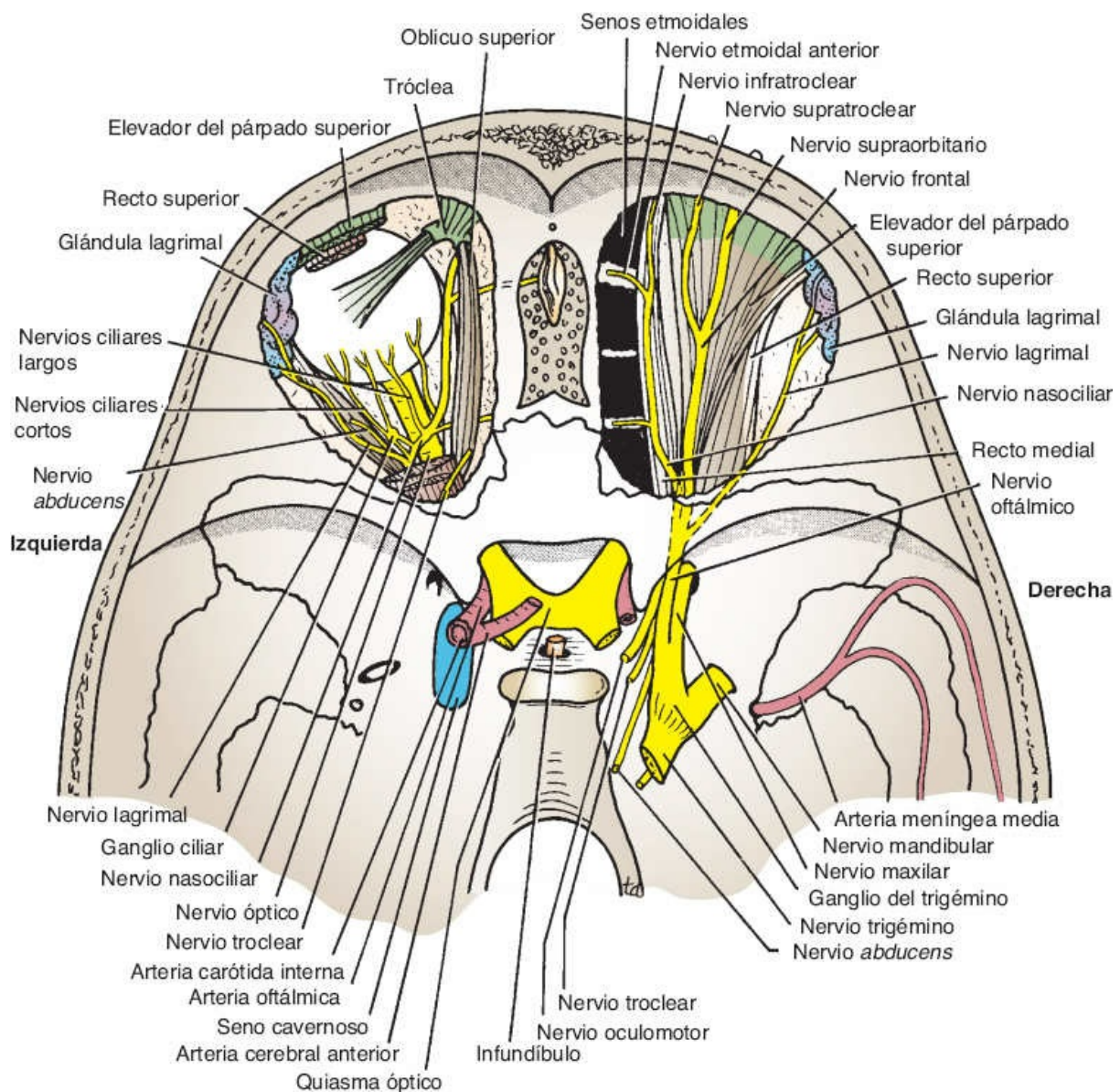


Figura 12-38. Cavidades orbitarias derecha e izquierda (vista superior). El techo de la órbita, formado por la lámina orbitaria del hueso frontal, se ha retirado en ambos lados. En el lado izquierdo, también se han retirado el músculo elevador del párpado superior y los músculos rectos superiores para exponer las estructuras subyacentes.

Nervio troclear (NC IV)

El nervio troclear entra en la órbita a través de la parte superior de la fisura orbitaria superior (véase [fig. 12-36](#)). Discurre anteriormente e inerva el músculo oblicuo superior (véase [fig. 12-38](#)).

Nervio trigémino (NC V)

La división oftálmica del nervio trigémino pasa a través de la fisura orbitaria superior y se divide inmediatamente en tres ramos. De medial a lateral, estos son los nervios nasociliar, frontal y lagrimal (véase [fig. 12-38](#)). La división maxilar del nervio trigémino cruza la fisura orbitaria inferior y libera el nervio infraorbitario, que entra en el canal infraorbitario en el suelo de la órbita (véase

fig. 12-37).

Nervio nasociliar

El nervio nasociliar entra en la órbita a través de la parte inferior de la fisura orbitaria superior. Cruza por encima del nervio óptico, discurre anteriormente a lo largo del borde superior del músculo recto medial, y termina dividiéndose en el **nervio etmoidal anterior** y el **nervio infratroclear** (véase fig. 12-38).

RAMOS

- El **ramo comunicante para el ganglio ciliar** es un nervio sensitivo. Las fibras sensitivas del globo ocular entran en el ganglio ciliar a través de los **nervios ciliares cortos**, pasan a través del ganglio sin interrupción y luego se unen al nervio nasociliar por medio del ramo comunicante.
- Los dos o tres **nervios ciliares largos** se originan en el nervio nasociliar cuando este cruza el nervio óptico. Contienen fibras simpáticas para el músculo dilatador de la pupila. Los nervios discurren anteriormente junto con los ciliares cortos y perforan la esclera del globo ocular. Continúan avanzando entre la esclera y la coroides hasta alcanzar el iris.
- El **nervio etmoidal posterior** inerva los senos etmoidal y esfenoidal.
- El **nervio infratroclear** discurre anteriormente por debajo de la tróclea (polea) del músculo oblicuo superior e inerva la piel de la parte medial del párpado superior y la parte adyacente de la nariz (véanse figs. 12-34 y 12-38).
- El **nervio etmoidal anterior** pasa a través del foramen etmoidal anterior y penetra en la fosa craneal anterior sobre la cara superior de la lámina cribosa del etmoides (véase fig. 12-38). Entra en la cavidad nasal a través de una abertura con forma de hendidura a lo largo de la *crista galli*. Después de inervar un área mucosa, aparece en la cara como **ramo nasal externo** en el borde inferior del hueso nasal, e inerva la piel de la nariz, incluyendo el ápice (vértice).

Nervio frontal

El nervio frontal entra en la órbita a través de la parte superior de la fisura orbitaria superior y discurre anteriormente sobre la cara superior del elevador del párpado superior, por debajo del techo de la órbita (véase fig. 12-38). Se divide en los **nervios supratroclear** y **supraorbitario**, que rodean el borde superior de la cavidad orbitaria para inervar la piel de la frente; el nervio supraorbitario también inerva la mucosa del seno frontal.

Nervio lagrimal

El nervio lagrimal entra en la órbita a través de la parte superior de la fisura orbitaria superior y discurre anteriormente a lo largo del borde superior del músculo recto lateral. Se une a un ramo del nervio cigomaticotemporal, al cual abandona más tarde para entrar en la glándula lagrimal (fibras secretomotoras parasimpáticas). El nervio lagrimal termina inervando la piel de la parte lateral

del párpado superior.

Nervio *abducens* (NC VI)

El nervio *abducens* entra en la órbita a través de la parte inferior de la fisura orbitaria superior (véase fig. 12-36). Inerva el músculo recto lateral.

Nervio facial (NC VII)

El nervio facial no entra en la órbita. Sin embargo, sus ramos temporal y cigomático inervan el músculo orbicular del ojo y otros músculos faciales que influyen en los párpados. Además, inicia la vía parasimpática que finalmente se conecta con el nervio lagrimal e inerva las fibras secretomotoras de la glándula lagrimal.

Ganglio ciliar

El ganglio ciliar es un ganglio parasimpático del tamaño de una cabeza de alfiler, ubicado en la parte posterior de la órbita (véanse figs. 12-37 y 12-38). Recibe sus fibras parasimpáticas preganglionares desde el nervio oculomotor, a través del nervio para el oblicuo inferior. Las fibras posganglionares abandonan el ganglio en los nervios ciliares cortos, que entran en la parte posterior del globo ocular e inervan el esfínter de la pupila y el músculo ciliar.

Diversas fibras simpáticas pasan del plexo carotídeo interno a la órbita y, pasan a través del ganglio sin interrupción.

Vasos sanguíneos y linfáticos

Una rica red de vasos sanguíneos oftálmicos irriga y drena la órbita. Sin embargo, la cavidad orbitaria no posee ni vasos ni nódulos linfáticos.

Arteria oftálmica

La arteria oftálmica es una rama de la **arteria carótida interna** después de que esta emerge del seno cavernoso. Entra en la órbita a través del canal óptico, junto con el nervio óptico (véase fig. 12-38). Discurre anteriormente y cruza el nervio óptico para alcanzar la pared medial de la órbita. Emite varias ramas que acompañan a los nervios de la cavidad orbitaria. La arteria oftálmica forma una importante **anastomosis facial** con la arteria angular (la rama terminal de la arteria facial) y la rama frontal de la arteria temporal superficial.

Ramas

- La **arteria central de la retina** es una pequeña rama que perfora las vainas meníngicas del nervio óptico para entrar en el nervio (véanse figs. 12-43 y 12-44). Discurre por el nervio óptico y entra en el globo ocular por el centro del disco óptico. En dicho disco, se divide en ramas, que pueden examinarse en un paciente mediante un oftalmoscopio. Las ramas finales de la arteria central de

la retina son arterias terminales.

- Las **ramas musculares**.
- Las **arterias ciliares** irrigan el globo ocular; se dividen en grupos anterior y posterior. El primer grupo entra en el globo ocular cerca de la unión esclerocorneal; el último grupo entra cerca del nervio óptico.
- La **arteria lagrimal** para la glándula lagrimal.
- Las **arterias supratroclear** y **supraorbitaria** se distribuyen hacia la piel de la frente.

Venas oftálmicas

Dos venas oftálmicas principales, superior e inferior, pasan a través de la órbita. La **vena oftálmica superior** nace de la unión de las venas supraorbitaria y supratroclear que drenan la frente. Se comunica con la vena facial en el ángulo medial del ojo (véase [fig. 12-28](#)). La **vena oftálmica inferior** se comunica, a través de la fisura orbitaria inferior, con el plexo venoso pterigoideo. Ambas venas oftálmicas discurren posteriormente a través de la fisura orbitaria superior y drenan en el **seno cavernoso**.

Movimientos del globo ocular

Una **vaina fascial (fascia bulbar o cápsula de Tenon)** rodea el globo ocular desde el nervio óptico hasta la unión esclerocorneal, y separa el globo ocular de la grasa que llena gran parte de la órbita (véase [fig. 12-43A](#)). Esto permite que el globo ocular flote eficazmente en la grasa orbitaria y le proporciona un espacio en cuenco para que se mueva libremente.

Los tendones de los músculos extraoculares perforan la cubierta fascial, que se refleja en cada uno de ellos como una vaina tubular. Las vainas de los tendones de los rectos medial y lateral se adhieren a las paredes medial y lateral de la órbita por unos ligamentos triangulares llamados **ligamentos contentivos medial y lateral**. Estos ligamentos no deben confundirse con los ligamentos medial y lateral de los párpados.

La parte inferior de la cubierta fascial, que pasa por debajo del globo ocular y conecta los ligamentos de control, es gruesa y sirve para sostener el globo ocular; se llama el **ligamento suspensorio del globo ocular** (véase [fig. 12-43B](#)). Así, el ojo cuelga de las paredes medial y lateral de la órbita, como si se tratara de una hamaca.

El **músculo orbitario** (de Müller) es una fina capa de músculo liso que se extiende por la fisura orbitaria inferior. Es innervado por fibras simpáticas. Aunque su función no se conoce del todo, es posible que ayude a sostener el globo ocular y a colocarlo en su posición normal, hacia adelante, en la órbita.

El efecto mecánico neto de esta arquitectura es que el globo ocular puede moverse de forma libre, suave y extremadamente rápida (en un abrir y cerrar de ojos).

Terminología sobre los movimientos

El centro de la córnea o de la pupila se conoce como “polo anterior” anatómico del ojo. Todos los movimientos del ojo están relacionados con la dirección del movimiento del polo anterior a medida que rota en uno de los tres ejes (horizontal, vertical y sagital) (figs. 12-39 y 12-40). La **elevación/descenso** es la rotación alrededor del eje transversal (horizontal), de modo que la pupila se mueve hacia arriba (elevación) o hacia abajo (descenso). La **abducción/aducción** es la rotación alrededor del eje vertical, de modo que la pupila gira hacia adentro medialmente (aducción) o lateralmente hacia afuera (abducción). La **rotación** es el giro alrededor del eje sagital (anteroposterior), de modo que un punto en el borde superior de la pupila se mueve medial (rotación medial) o lateralmente (rotación lateral).

Músculos oculares extrínsecos (extraoculares)

Seis músculos esqueléticos (**recto superior, recto inferior, recto medial, recto lateral, oblicuo superior, oblicuo inferior**) se extienden desde las paredes óseas de la órbita hasta las inserciones en el exterior del globo ocular (véanse figs. 12-36, 12-39 y 12-40). Los cuatro músculos rectos nacen de un **anillo tendinoso común** que rodea el foramen óptico. El oblicuo superior nace próximo a estos. Solo el músculo oblicuo inferior se origina en el suelo anterior de la órbita. Los detalles de los músculos extraoculares se resumen en la [tabla 12-4](#).

Dado que los rectos superior e inferior se insertan en el lado medial del eje vertical del globo ocular, elevan y descienden la pupila, respectivamente, pero también la rotan medialmente (véase [fig. 12-39](#)). Para que el músculo recto superior eleve directamente la pupila, necesita la asistencia del músculo oblicuo inferior. De forma parecida, para que el recto inferior la descienda, necesita la asistencia, en este caso, del músculo oblicuo superior (véanse figs. 12-39 y 12-40). Obsérvese que el tendón del músculo oblicuo superior pasa a través de una polea (tróclea) fibrocartilaginosa unida al hueso frontal. Aquí, el tendón gira posterolateralmente y se inserta en la esclera por debajo del músculo recto superior.

Tres nervios craneales (oculomotor, troclear y *abducens*) controlan los seis músculos extraoculares. El nervio troclear solo inerva el músculo oblicuo superior. El nervio *abducens* inerva solo el músculo recto lateral. El nervio oculomotor inerva todos los músculos restantes. Una forma práctica de recordar esta organización motora es con la fórmula química $OS_4(RL)_3$. Por lo tanto, el cuarto nervio craneal (troclear) inerva el oblicuo superior (OS), el sexto nervio craneal (*abducens*) inerva el recto lateral (RL) y el tercer nervio craneal (oculomotor) inerva todos los demás.

Valoración clínica de las acciones de los rectos superiores e inferiores y los oblicuos superiores e inferiores

Dado que es complicado evaluar las acciones de los rectos superior e inferior y

los músculos oblicuos superior e inferior cuando se solicita a un paciente que mire verticalmente hacia arriba o verticalmente hacia abajo, los clínicos evalúan los movimientos oculares de modo que en cada movimiento predomine la acción única de un músculo (fig. 12-41).

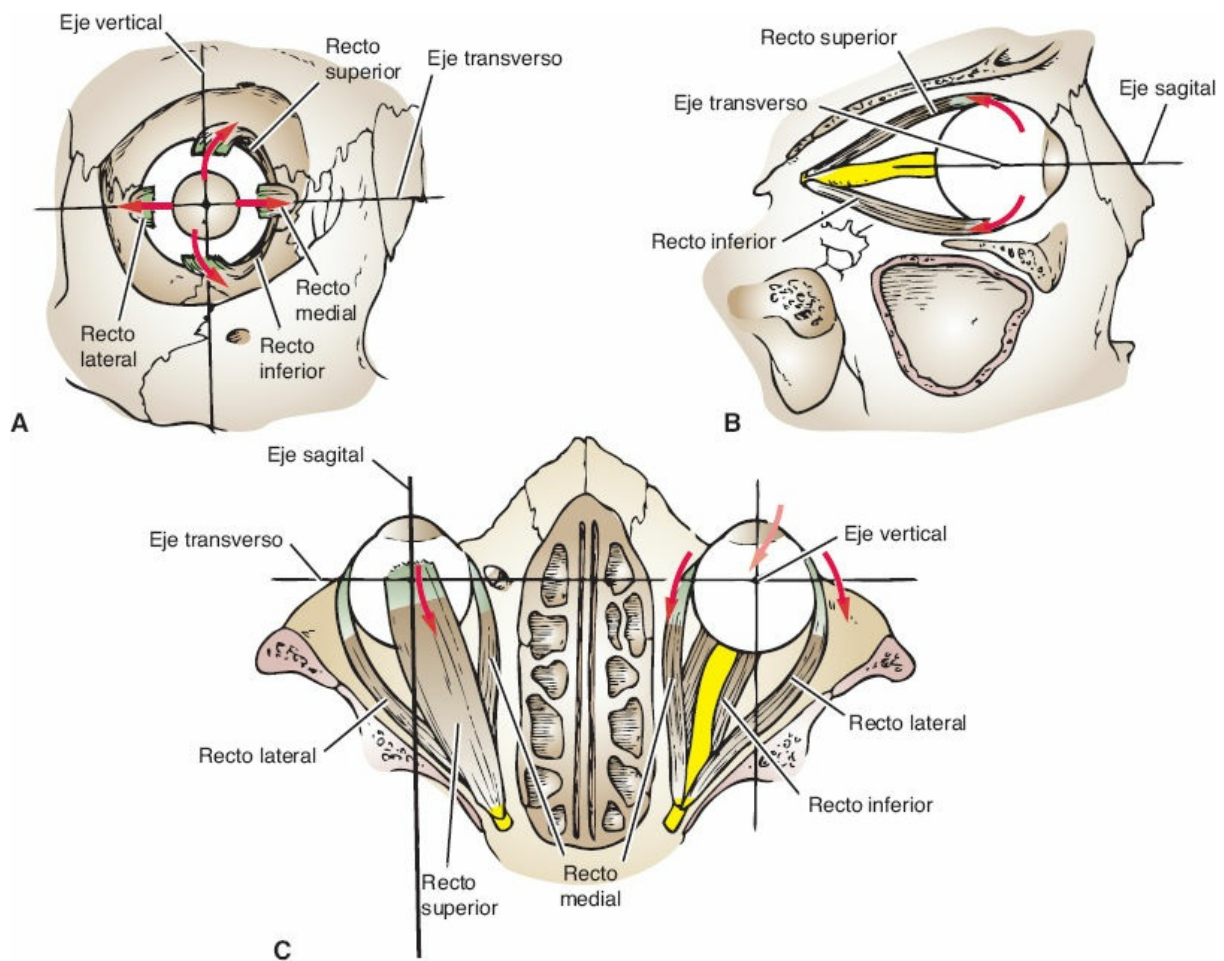


Figura 12-39. Vistas anterior (A), lateral (B) y superior (C) de la órbita que muestran las acciones de los cuatro músculos rectos para producir los movimientos del globo ocular.

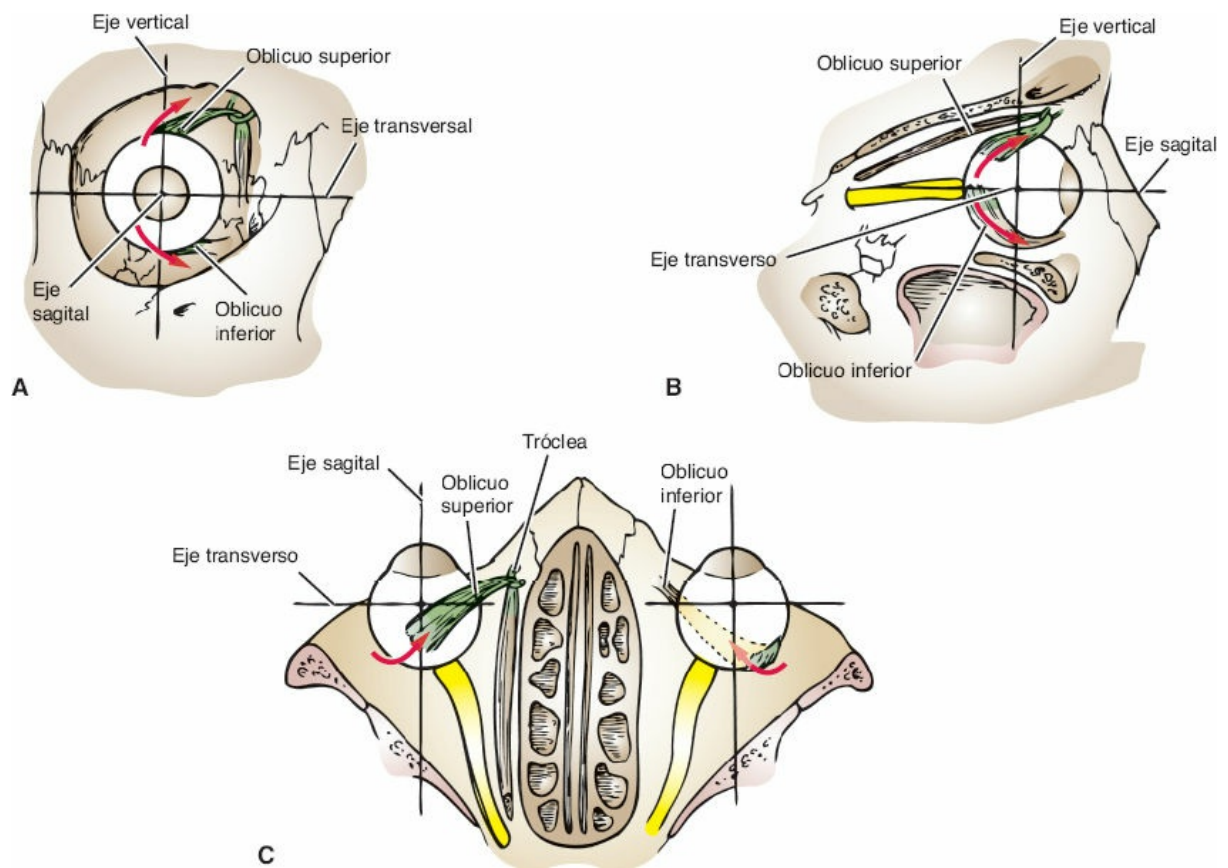


Figura 12-40. Vistas anterior (A), lateral (B) y superior (C) de la órbita que muestran las acciones de los músculos oblicuos superior e inferior para producir los movimientos del globo ocular.

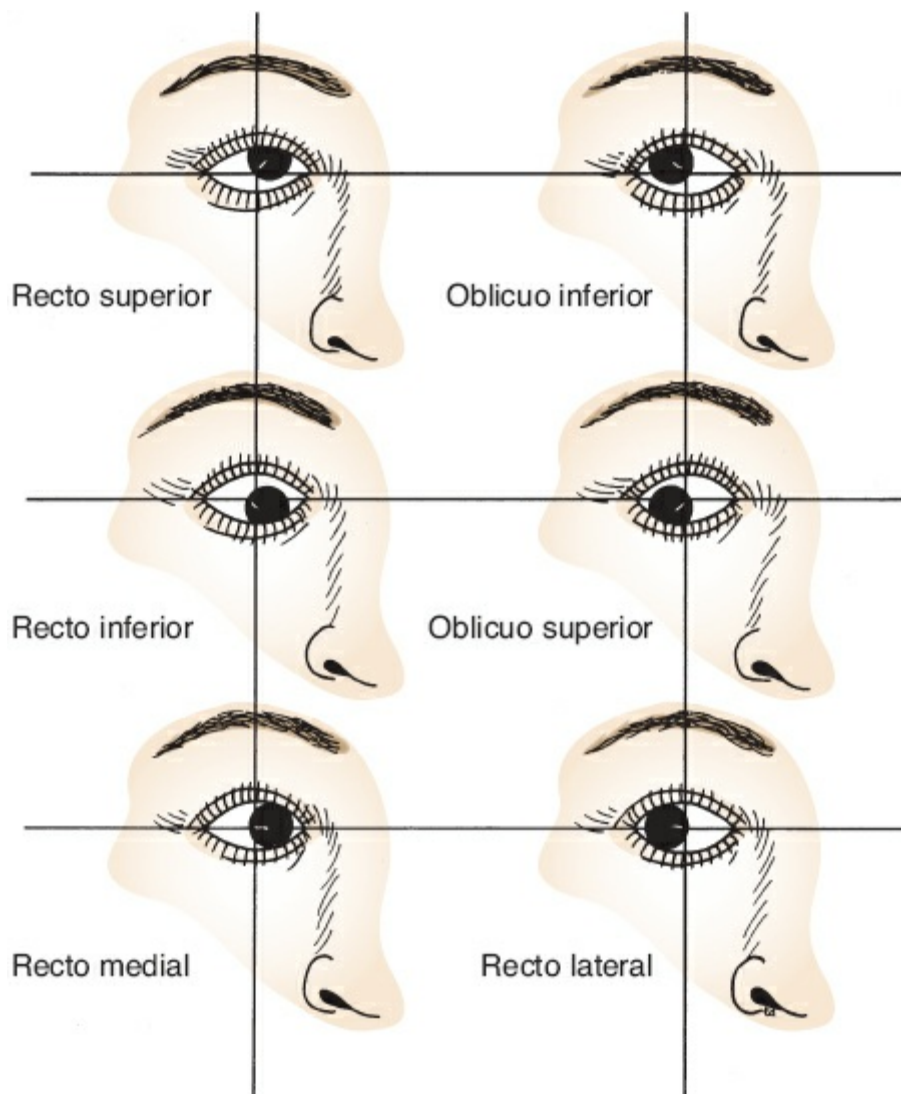


Figura 12-41. Acciones de los cuatro músculos rectos y los dos oblicuos de la órbita derecha, suponiendo que cada músculo actúa solo. En cada caso debe observarse la posición de la pupila en relación con los planos vertical y horizontal. Las acciones de los rectos superior e inferior y los músculos oblicuos de un ojo vivo intacto se evalúan clínicamente, como se describe en el texto.

Los orígenes de los rectos superior e inferior están ubicados más o menos a 23° mediales con respecto de sus inserciones y, por lo tanto, cuando se solicita a un paciente que gire la pupila lateralmente (abducción), estos músculos se colocan en la posición óptima para elevar (recto superior) o descender (recto inferior) la pupila.

Los músculos oblicuos superior e inferior pueden analizarse usando el mismo razonamiento. La polea (tróclea) del oblicuo superior y el origen de los músculos oblicuos inferiores se localizan en posición medial y anterior a sus inserciones. Los clínicos evalúan la acción de estos músculos solicitando al paciente que primero mire medialmente (aducción), colocando estos músculos en la posición óptima para elevar (oblicuo superior) o descender (oblicuo inferior) la pupila. En otras palabras, cuando se solicita a un paciente que mire inferomedialmente al ápice de su nariz, se está evaluando el oblicuo superior en su posición óptima. A la inversa, al solicitar al paciente que mire

superomedialmente, se está evaluando el oblicuo inferior también en su posición óptima.

Dado que los rectos lateral y medial se colocan en relación con el globo ocular, solicitar al paciente que gire su pupila lateralmente permite evaluar la función del recto lateral; girar la pupila medialmente permite hacerlo con la del recto medial.

Las direcciones cardinales de los ojos y las acciones de los músculos rectos y oblicuos se muestran en la [figura 12-42](#).

Músculos oculares intrínsecos

El globo ocular contiene tres músculos lisos (**dilatador de la pupila**, **esfínter de la pupila** y **ciliar**). Sin embargo, ninguno de ellos actúa sobre el movimiento del ojo. Los músculos intrínsecos se analizan más adelante en este capítulo.

Estructuras del ojo

El globo ocular está formado por **tres capas** ([fig. 12-43](#)). De externa a interna, son 1) la **fibrosa externa**, 2) la **vascular media** y 3) la **nerviosa interna**. El globo ocular contiene tres medios de sostén/refractivos principales: el **humor acuoso**, el **cuerpo vítreo** y la **lente (cristalino)**.

Capa fibrosa

La capa fibrosa externa, con una función protectora, está formada por una parte opaca posterior, la **esclera**, y una parte transparente anterior, la **córnea**.

Esclera (esclerótica)

La esclera, de tono opaco, está compuesta por tejido fibroso denso y es blanca. Es perforada por el nervio óptico posteriormente, y la vaina dural del nervio se fusiona con ella. La **lámina cribosa** es el área de la esclera perforada por las fibras nerviosas del nervio óptico. Las arterias y los nervios ciliares y sus venas asociadas, las **venas vorticosas**, también perforan la esclera. Anteriormente, la esclera es directamente continua con la córnea en la unión esclerocorneal, o **limbo**.

Córnea

La córnea, de tono transparente, es ampliamente responsable de la refracción de la luz que entra en el ojo y es el medio refractivo más importante. Este poder de refracción se produce en la cara anterior de la córnea, donde el índice de refracción de la córnea (*véase* [fig. 12-43](#)) difiere mucho del de aire. La película de líquido lagrimal secretada por las glándulas lagrimales es fundamental para mantener el ambiente normal de las células epiteliales de la córnea. Posteriormente, la córnea está en contacto con el humor acuoso.

Vascularización. La córnea es avascular y no tiene drenaje linfático. Se nutre por la difusión del humor acuoso y de los capilares en su borde.

Inervación. Nervios ciliares largos de la división oftálmica del nervio trigémino.

Capa pigmentada vascular

La capa pigmentada vascular media está formada, desde posterior a anterior, por la **coroides**, el **cuerpo ciliar** y el **iris**.

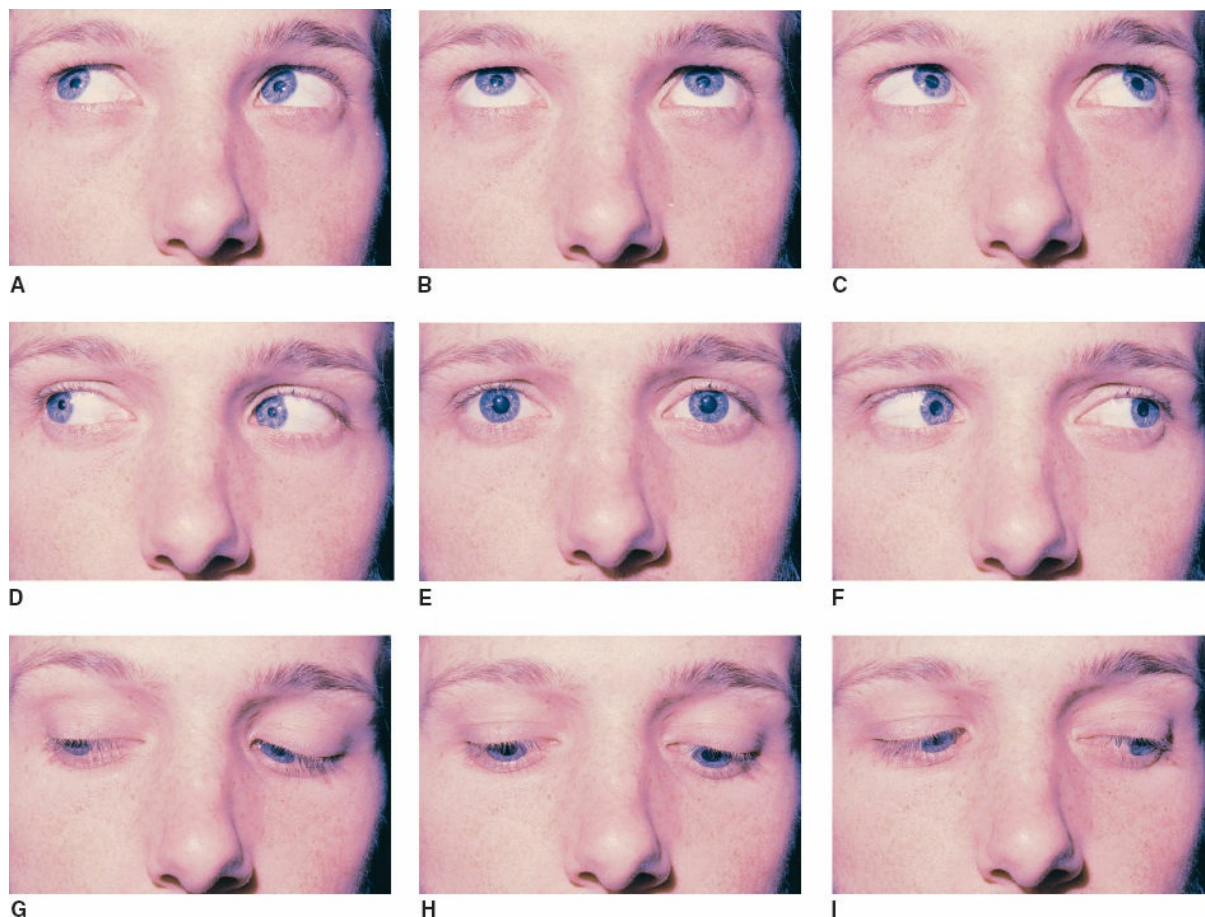


Figura 12-42. Direcciones cardinales de los ojos derecho e izquierdo y acciones de los músculos rectos y oblicuos, principales responsables de los movimientos de los ojos. **A.** Ojo derecho, músculo recto superior; ojo izquierdo, músculo oblicuo inferior. **B.** Ambos ojos, músculos recto superior y oblicuo inferior. **C.** Ojo derecho, músculo oblicuo inferior; ojo izquierdo, músculo recto superior. **D.** Ojo derecho, músculo recto lateral; ojo izquierdo, músculo recto medial. **E.** Posición primaria, con los ojos fijos en un punto fijo distante. **F.** Ojo derecho, músculo recto medial; ojo izquierdo, músculo recto lateral. **G.** Ojo derecho, músculo recto inferior; ojo izquierdo, músculo oblicuo superior. **H.** Ambos ojos, músculos recto inferior y oblicuo superior. **I.** Ojo derecho, músculo oblicuo superior; ojo izquierdo, músculo recto inferior.

Coroides

La coroides está compuesta por una **capa pigmentada externa** y una **capa interna, altamente vascularizada**.

Cuerpo ciliar

El cuerpo ciliar es continuo posteriormente con la coroides y, anteriormente, se localiza posterior al borde periférico del iris. Está compuesto por el anillo ciliar,

los procesos ciliares y el músculo ciliar.

El **anillo ciliar** es la parte posterior del cuerpo; su superficie tiene surcos poco profundos, las **estriás ciliares**.

Los **procesos ciliares** son pliegues o crestas dispuestas radialmente, cuyas caras posteriores están conectados con los **ligamentos suspensorios de la lente (cristalino)**.

El **músculo ciliar** está compuesto por fibras meridionales y circulares de músculo liso. Las fibras meridionales se extienden posteriormente desde la región de la unión esclerocorneal hacia los procesos ciliares. Las fibras circulares son menos numerosas y yacen internas a las fibras meridionales.

- **Inervación.** El músculo ciliar está inervado por fibras parasimpáticas del nervio oculomotor. Después de la sinapsis en el ganglio ciliar, las fibras posganglionares pasan anteriormente hacia el globo ocular en los nervios ciliares cortos.
- **Acción.** La contracción del músculo ciliar, especialmente las fibras meridionales, desplaza anteriormente el cuerpo ciliar. Esto alivia la tensión en los ligamentos suspensorios, y la lente, elástica, se vuelve más convexa. Esto aumenta la potencia de su refracción.

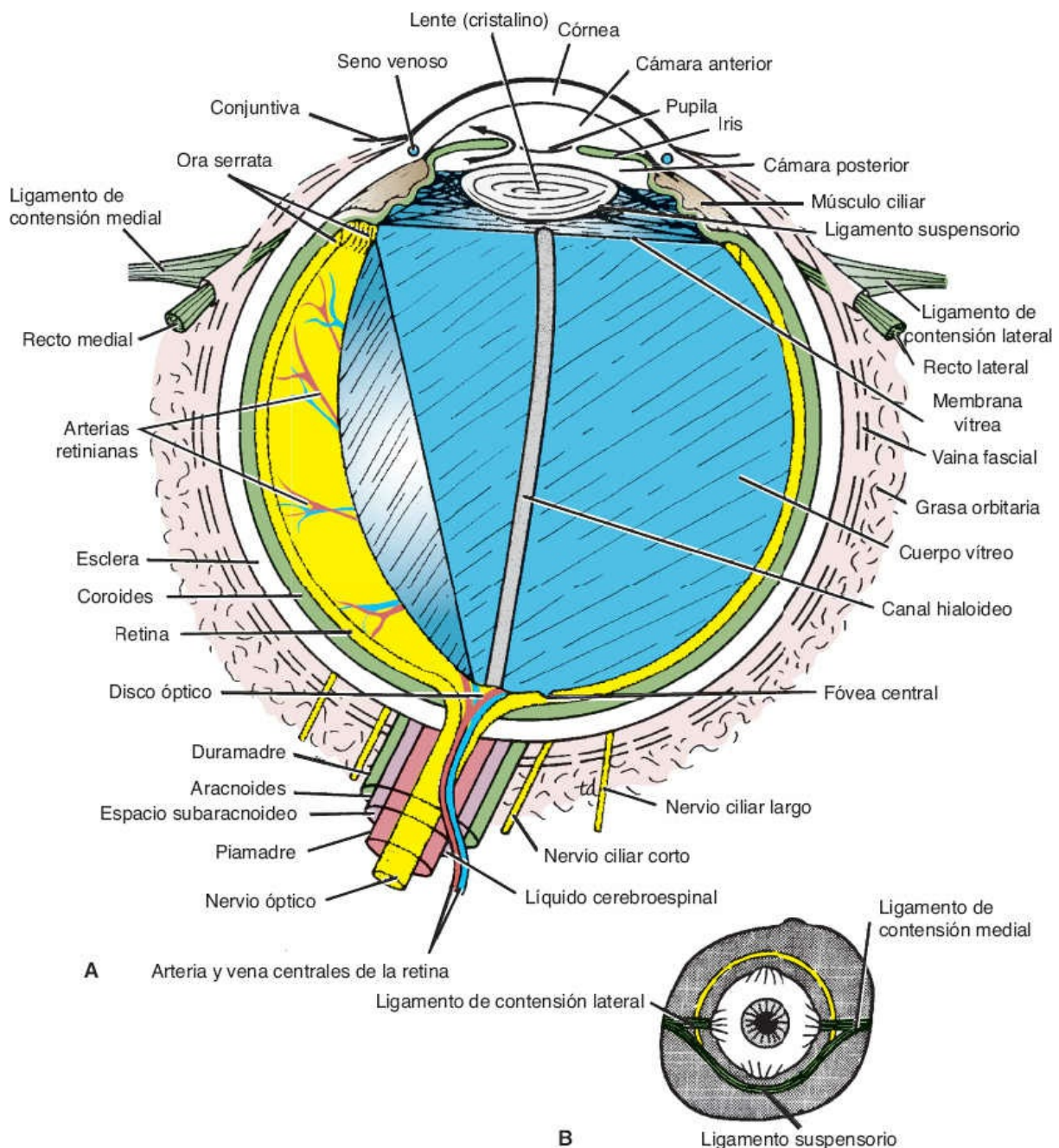


Figura 12-43 A. Sección horizontal a través del globo ocular y el nervio óptico. Obsérvese que la arteria y la vena centrales de la retina atraviesan el espacio subaracnoideo para alcanzar el nervio óptico. B. Ligamentos de contención y el ligamento suspensorio del globo ocular.

Iris y pupilas

El **iris** es un delgado y pigmentado diafragma contráctil con una abertura central, la **pupila**. Está suspendido en el humor acuoso entre la córnea y la lente. La periferia del iris se inserta en la cara anterior del cuerpo ciliar. Divide el espacio entre la lente y la córnea en una **cámara anterior** y una **posterior**.

Las fibras musculares del iris son involuntarias y son circulares y radiales. Las fibras circulares forman el **esfínter de la pupila (constricción)** y están dispuestas alrededor del borde de la pupila. Las fibras radiales forman el **dilatador de la pupila** y están formadas por una lámina delgada de fibras

radiales que se localizan cerca de la cara posterior.

- **Inervación.** El **esfínter de la pupila** esta inervado por fibras parasimpáticas del nervio oculomotor. Después de hacer sinapsis en el ganglio ciliar, las fibras posganglionares pasan anteriormente hacia el globo ocular en los nervios ciliares cortos. El **dilatador de la pupila** está inervado por fibras simpáticas, que pasan anteriormente hacia el globo ocular en los nervios ciliares largos.
- **Acción.** El esfínter de la pupila contrae la pupila en presencia de luz brillante y durante la acomodación. El dilatador de la pupila actúa en presencia de luz de baja intensidad o de actividad simpática excesiva, como ocurre cuando se siente miedo.

Capa nerviosa

La capa nerviosa (sensorial) interna está formada por la **retina**. A su vez, la retina está formada por una **capa pigmentada externa** y una **capa nerviosa interna**. Su cara externa está en contacto con la coroides, y su cara interna, con el cuerpo vítreo. Los tres cuartos posteriores de la retina son el órgano receptivo. Su borde anterior forma un anillo ondulado, la **ora serrata**, donde terminan los tejidos nerviosos. La parte anterior de la retina no es receptiva, y está formada por células pigmentarias, con una capa más profunda de epitelio cilíndrico. Esta parte anterior de la retina cubre los procesos ciliares y la cara posterior del iris.

En el centro de la parte posterior de la retina hay un área ovalada, amarillenta, la **mácula lútea**, que es el área de la retina especializada en la agudeza visual. Tiene una depresión central, la **fóvea central** ([fig. 12-44](#); véase también [fig. 12-43](#)).

El nervio óptico sale de la retina unos 3 mm hacia el lado medial de la mácula lútea por el disco óptico. El **disco óptico** tiene una ligera depresión en su centro, lugar donde es perforado por la **arteria central de la retina**. El disco óptico no posee bastones y conos, por lo que carece de sensibilidad a la luz; por ello, esta parte de la retina suele recibir la denominación de **punto ciego**. En el examen oftalmoscópico, el disco óptico tiene un color rosado pálido, mucho más pálido que la retina que lo rodea.

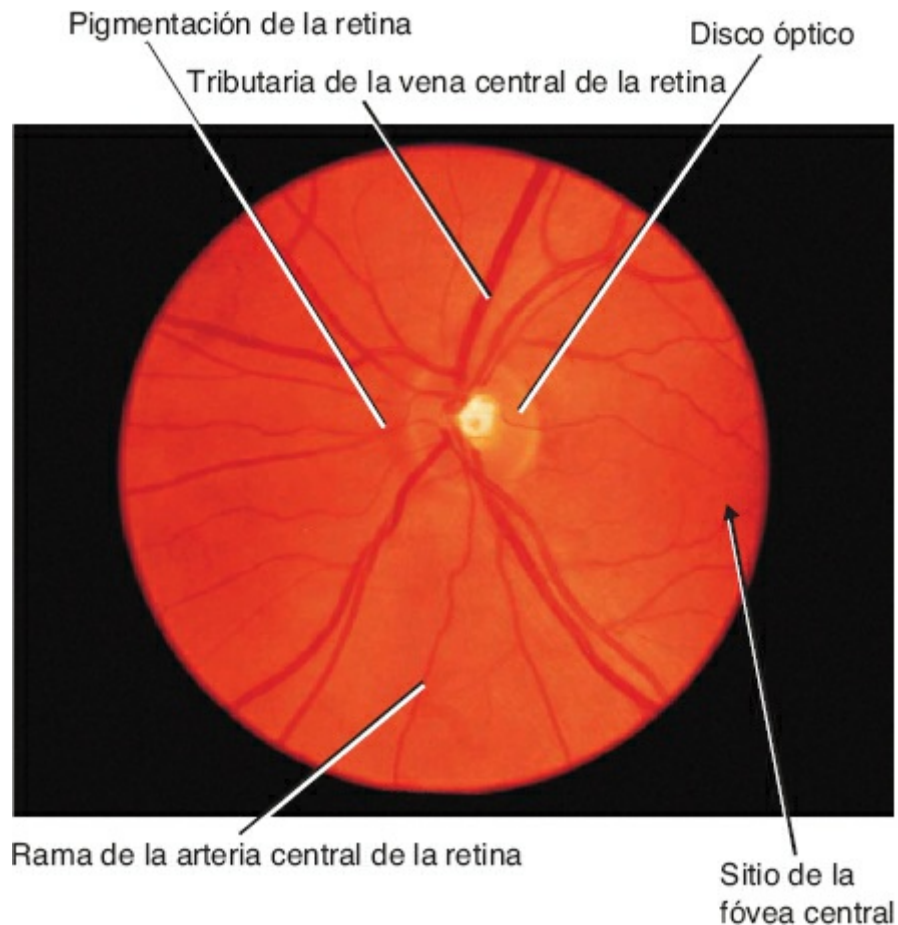


Figura 12-44. El fondo del ojo izquierdo como se ve con un oftalmoscopio.

Humor acuoso

El humor acuoso es un líquido transparente que llena las cámaras anterior y posterior del globo ocular (véase [fig. 12-43](#)). Se considera que es una secreción de los procesos ciliares, desde donde entra en la cámara posterior. A continuación, fluye hacia la cámara anterior a través de la pupila y drena, a través de los espacios en el ángulo iridocorneal, en el **conducto de Schlemm (seno venoso de la esclera)**. La obstrucción del drenaje del humor acuoso provoca un incremento de la presión intraocular denominado **glaucoma**. Esta afección puede desencadenar cambios degenerativos en la retina, con la consiguiente ceguera.

La función del humor acuoso es sostener la pared del globo ocular ejerciendo presión interna y manteniendo así su forma óptica. También nutre la córnea y la lente y elimina los productos del metabolismo; estas funciones resultan importantes porque la córnea y la lente no reciben irrigación.

Cuerpo vítreo

El cuerpo vítreo es una sustancia gelatinosa transparente que llena el globo ocular por detrás de la lente. El **canal haloideo** es un conducto estrecho que atraviesa el cuerpo vítreo desde el disco óptico hasta la cara posterior de la lente. En el feto, está irrigado por la **arteria haloidea**, que desaparece antes del

nacimiento.

La función del cuerpo vítreo es contribuir ligeramente con la potencia de aumento del ojo. Sostiene la cara posterior de la lente y ayuda a sostener la capa nerviosa de la retina contra la capa pigmentada.

Cristalino (lente)

La lente o cristalino es una estructura transparente y biconvexa que se halla encerrada en una cápsula también transparente. Se localiza posterior al iris y anterior al cuerpo vítreo y está rodeado por los procesos ciliares.

La lente está formada por una **cápsula** elástica, que envuelve la estructura; un **epitelio cúbico**, que se limita a su cara anterior; y **fibras de la lente**, que se forman a partir del epitelio cúbico en el ecuador de la lente. Las fibras de la lente conforman la mayor parte de su masa.

La cápsula del cristalino, muy elástica, se halla bajo tensión, lo que hace que la lente se esfuerce constantemente por asumir una forma globular en lugar de un disco. La región ecuatorial, o circunferencia, de la lente se inserta en los procesos ciliares del cuerpo ciliar a través del **ligamento suspensorio**. La tracción de las fibras radiales del ligamento suspensorio tiende a adelgazar la lente (hacerla menos convexa) para que el ojo pueda enfocar objetos distantes (visión lejana).

Acomodación ocular

Para acomodar el ojo a fin de poder ver objetos cercanos, el músculo ciliar se contrae y estira el cuerpo ciliar hacia adelante y hacia adentro de modo que las fibras radiales del ligamento suspensorio se relajen. Ello permite que la lente elástica adquiera una forma más globular.

A medida que se envejece, la lente se vuelve más densa y menos elástica, y como resultado, la capacidad de acomodación disminuye (**presbicia**). Esta incapacidad se puede mejorar mediante el uso de lentes adicionales (gafas) que ayuden al ojo a enfocar objetos cercanos.

Contracción de la pupila durante la acomodación ocular

Para garantizar que los rayos de luz atraviesan la parte central de la lente para que la aberración esférica disminuya durante la acomodación de los objetos cercanos, el músculo esfínter de la pupila se contrae para reducir el diámetro de la pupila.

Convergencia ocular durante la acomodación de la lente

En los humanos, la retina de ambos ojos se enfoca en solo un conjunto de objetos (visión binocular simple). Cuando el objeto se mueve desde una cierta distancia hacia el individuo, los ojos convergen de manera que solo se ve un objeto, no dos. La convergencia ocular se produce por la contracción coordinada de los músculos rectos mediales.

FOSAS TEMPORAL, INFRATEMPORAL Y PTERIGOPALATINA

Las fosas temporal, infratemporal y pterigopalatina constituyen regiones contiguas que forman una vía continua, cada vez más profunda, desde la cara lateral superficial hasta la cara lateral profunda de la cabeza. La importancia de estas regiones es que sirven como 1) sitios de unión para los músculos de la masticación (por lo tanto, la morfología de la región es un determinante significativo con respecto a las líneas de acción de los músculos), y 2) centros de distribución de las principales redes neurovasculares. Los principales contenidos de estas fosas son:

- Los **músculos principales de la masticación** (ya analizados en este capítulo junto con la mandíbula)
- La **arteria temporal superficial**
- La **arteria maxilar**
- El **plexo venoso pterigoideo**
- El **nervio maxilar**
- El **nervio mandibular**
- El **nervio cuerda del tímpano**
- El **ganglio ótico**
- El **ganglio pterigopalatino**



Notas clínicas

Traumatismos oculares

Aunque el globo ocular está bien protegido por la órbita ósea que lo rodea, anteriormente solo está protegido frente a objetos grandes, como las pelotas de tenis, que tienden a golpear el borde orbitario, pero no el globo. La órbita ósea no protege frente a objetos pequeños, como pelotas de golf, que pueden causar traumatismos graves en los ojos. Un examen minucioso del globo ocular en relación con los bordes de la órbita determina que su cara lateral es la menos protegida.

Las **fracturas por estallido** del suelo de la órbita que implican el seno maxilar suelen deberse a una fuerza contundente en la cara. Si la fuerza se aplica al ojo, la grasa orbitaria estalla inferiormente hacia el seno maxilar, fracturando el suelo de la órbita. Las fracturas por estallido pueden causar el desplazamiento del globo ocular, con los consecuentes síntomas de visión doble (**diplopia**). La fractura también puede lesionar el nervio infraorbitario, produciendo pérdida de la sensibilidad en la piel de la mejilla y las encías homolaterales. La compresión del músculo recto inferior por la fractura puede limitar la mirada hacia arriba.

Estrabismo

Muchos casos de estrabismo no son paralíticos, sino que se deben a un desequilibrio en la acción de los músculos opuestos. Este tipo de alteración se conoce como **estrabismo concomitante**, y es común en la infancia.

Reflejos pupilares

Los reflejos pupilares, es decir, la reacción de las pupilas a la luz y la acomodación, dependen de la integridad de las vías nerviosas. En el **reflejo de luz directa**, la pupila normal se contrae de manera refleja cuando una luz incide en el ojo del paciente. Los impulsos nerviosos pasan desde la retina a

lo largo del nervio óptico hasta el quiasma óptico y luego a lo largo del tracto óptico. Antes de alcanzar el cuerpo geniculado lateral, las fibras nerviosas relacionadas con este reflejo salen del tracto y pasan a los núcleos oculomotores en ambos lados a través de los núcleos pretectales. Desde la parte parasimpática del núcleo, las fibras eferentes salen del mesencéfalo en el nervio oculomotor y alcanzan el ganglio ciliar a través del nervio hasta el músculo oblicuo inferior. Las fibras posganglionares pasan a los músculos constrictores de las pupilas (esfínteres) a través de los nervios ciliares cortos.

Al iluminar un ojo y observar la contracción de la pupila en el ojo opuesto, se evalúa el **reflejo consensual**. Este reflejo es posible porque la vía aferente, descrita más arriba, viaja a los núcleos parasimpáticos de ambos nervios oculomotores.

El **reflejo de acomodación** consiste en la contracción de la pupila que ocurre cuando una persona enfoca repentinamente un objeto cercano después de haber enfocado un objeto distante. Los impulsos nerviosos pasan desde la retina a través del nervio óptico, el quiasma óptico, el tracto óptico, el cuerpo geniculado lateral, la radiación óptica (tracto geniculocalcarino) y la corteza cerebral del lóbulo occipital. La corteza visual está conectada con el campo visual de la corteza frontal. Desde aquí, las vías eferentes pasan al núcleo parasimpático del nervio oculomotor, sitio desde donde los impulsos eferentes alcanzan el músculo constrictor de la pupila (esfínter) a través del nervio oculomotor, el ganglio ciliar y los nervios ciliares cortos.

Fosa temporal

Esta es un área más o menos ovalada en la cara lateral superficial de la cabeza (fig. 12-45; véase también fig. 12-3). Sus contenidos principales son el **músculo temporal** y la distribución terminal de la **arteria temporal superficial**.

Límites

- **Anterior.** Proceso frontal del hueso cigomático.
- **Superior.** Líneas temporales en los huesos frontal y parietal.
- **Posterior.** Raíz posterior del arco cigomático.
- **Inferior.** Cresta infratemporal.
- **Lateral.** Arco cigomático.

Comunicaciones principales

- La **órbita** a través de la fisura orbitaria inferior.
- La **fosa infratemporal** profunda respecto al arco cigomático.

Fosa infratemporal

La fosa infratemporal es un espacio de forma irregular ubicado inferomedial con respecto al arco cigomático, entre la rama de la mandíbula y la faringe (fig. 12-46; véase también fig. 12-45). Su contenido principal son: **músculos pterigoideos medial y laterales**, **arteria maxilar**, **plexo venoso pterigoideo**, **nervio mandibular**, **nervio cuerda del tímpano** y **ganglio ótico**.

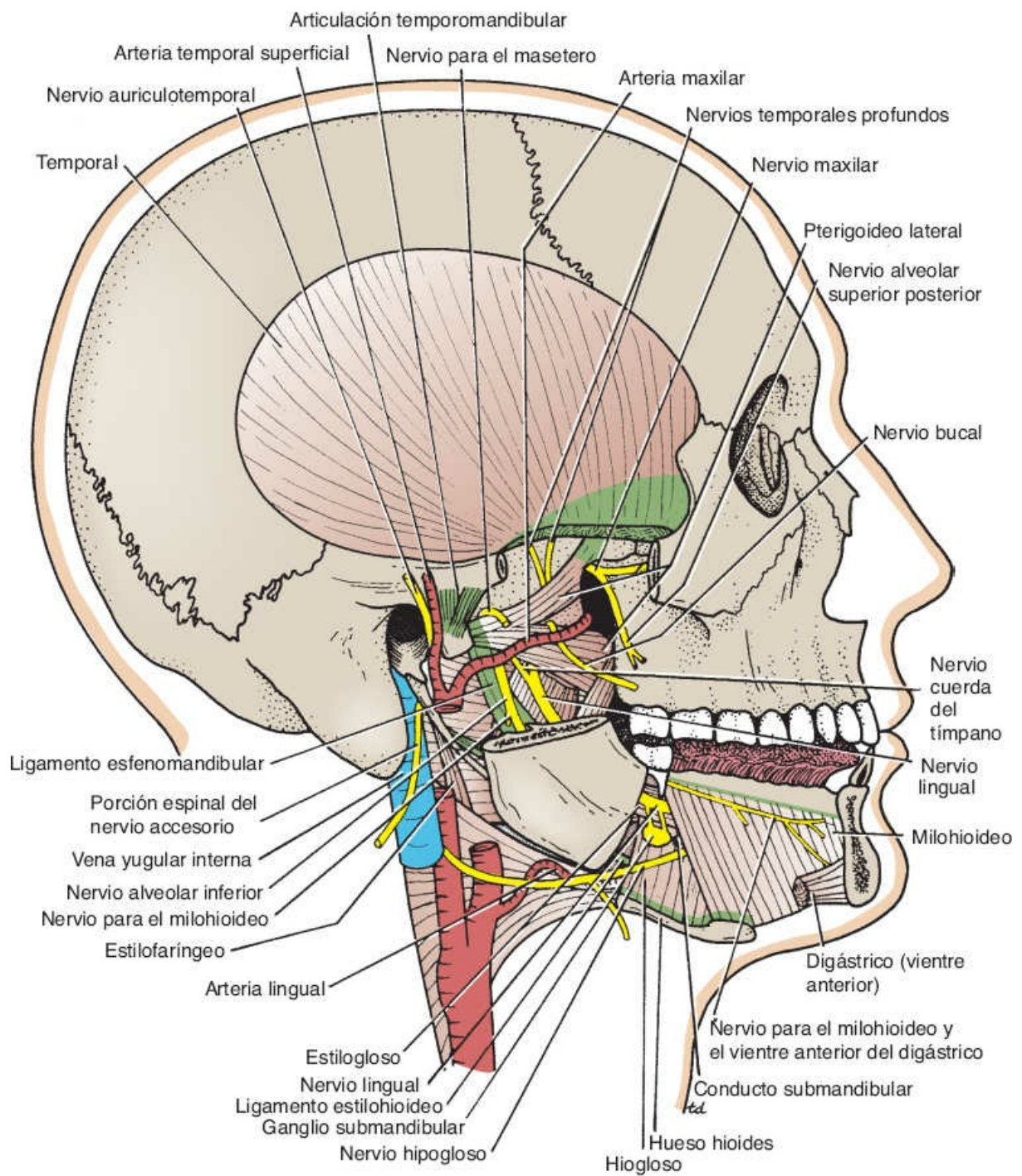


Figura 12-45. Regiones temporal, infratemporal y submandibular. Se han retirado partes del arco cigomático, la rama y el cuerpo de la mandíbula para mostrar estructuras más profundas.

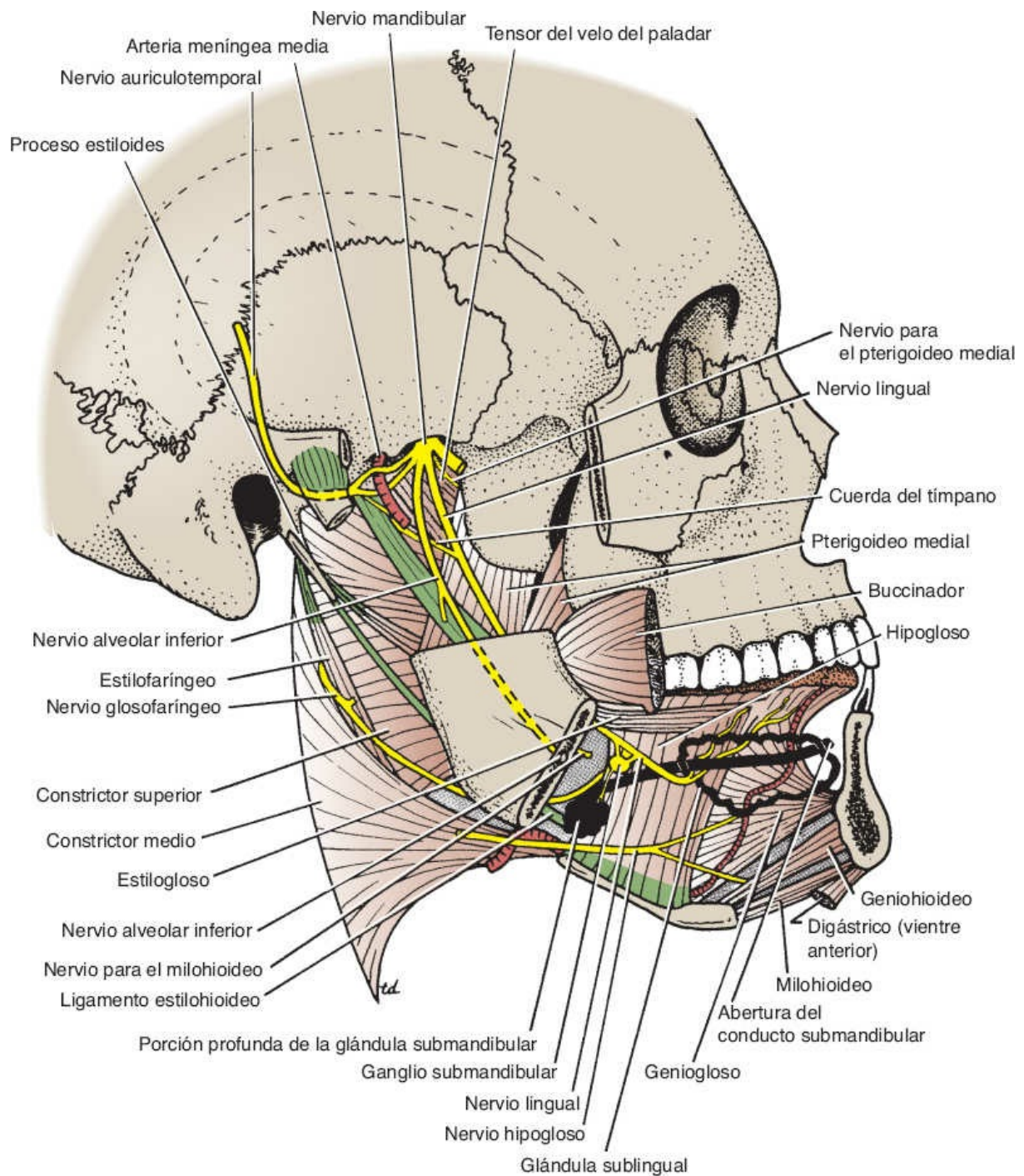


Figura 12-46. Regiones infratemporal y submandibular. Se han retirado partes del arco cigomático, la rama y el cuerpo de la mandíbula. Los músculos milohioideo y pterigoideo lateral también se han retirado para mostrar estructuras más profundas. El contorno de la glándula sublingual se muestra como una *línea ondulada negra sólida*.

Límites

- **Anterior.** Cara posterior (infratemporal) del maxilar.
- **Posterior.** Fosa mandibular, proceso estiloides, espina del hueso esfenoides.
- **Superior.** Cresta infratemporal.
- **Inferior.** Borde alveolar del maxilar.
- **Medial.** Lámina pterigoidea lateral.

- **Lateral.** Arco cigomático y rama de la mandíbula.

Comunicaciones principales

- La **fosa temporal** profunda con respecto al arco cigomático.
- La **cavidad craneal** a través del foramen oval y el foramen espinoso.
- La **cavidad timpánica** a través de la fisura petrotimpánica.
- Los **dientes y senos maxilares** a través de los forámenes alveolares superiores posteriores.
- La **órbita** a través de la fisura orbitaria inferior.
- La **fosa pterigopalatina** a través de la fisura pterigomaxilar.
- La **región submandibular** profunda con respecto a la mandíbula.

Fosa pterigopalatina

La fosa pterigopalatina es un pequeño espacio más o menos piramidal ubicado en la parte lateral profunda de la cabeza, inmediatamente posteroinferior a la órbita (véase [fig. 12-37](#)). Sus principales contenidos son las ramas terminales de la **arteria maxilar**, el **nervio maxilar**, el **nervio del canal pterigoideo** y el **ganglio pterigopalatino**.

Límites

- **Anterior.** Cara posterior (infratemporal) del maxilara.
- **Posterior.** Base del proceso pterigoideo del hueso esfenoides.
- **Superior.** Vértice de la órbita.
- **Inferior.** Borde inferior de la fisura pterigomaxilar.
- **Medial.** Pared posterolateral de la cavidad nasal (lámina perpendicular del hueso palatino).
- **Lateral.** Fisura pterigomaxilar.

Comunicaciones primarias

- La **fosa infratemporal** a través de la fisura pterigomaxilar.
- La **cavidad craneal** a través del foramen redondo.
- La **base externa del cráneo** a través del canal pterigoideo.
- La **nasofaringe** a través del canal faríngeo.
- La **órbita** a través de la fisura orbitaria inferior.
- Los **dientes y senos maxilares** a través del conducto infraorbitario.
- La **cavidad bucal** a través del canal pterigopalatino.
- La **cavidad nasal** a través del foramen esfenopalatino.

Arterias

La **arteria carótida externa** termina aproximadamente en el cuello de la

mandíbula al bifurcarse en las arterias **temporal superficial** y **maxilar** (véase fig. 12-45). La arteria temporal superficial es la rama más pequeña; discurre superiormente y penetra en la fosa temporal. La arteria maxilar es la rama más grande; pasa a través de la fosa infratemporal y luego, más profunda, a través de la fisura pterigomaxilar, hacia la fosa pterigopalatina. Las principales ramas arteriales se enumeran aquí con fines organizativos. Para más detalles, véase la siguiente sección sobre las arterias de la cabeza y el cuello.

Ramas de la arteria temporal superficial

- Arteria facial transversa
- Rama anterior (frontal)
- Rama posterior (parietal)

Ramas de la arteria maxilar

Las ramas en la fosa infratemporal son las siguientes:

- Pequeñas ramas para el meato acústico externo y la membrana timpánica.
- Arteria meníngea media.
- Arteria alveolar inferior.
- Ramas musculares para los músculos de la masticación.
- Arteria alveolar superior posterior.

Las ramas en la fosa pterigopalatina incluyen las siguientes:

- Arteria palatina descendente
- Rama faríngea
- Arteria del canal pterigoideo
- Arteria infraorbitaria
- Arteria esfenopalatina

Nervios

El **nervio maxilar**, una división del nervio trigémino, pasa por el foramen redondo y entra en la fosa pterigopalatina (véase fig. 12-37). Desde aquí, envía numerosos ramos sensitivos a través de una amplia distribución en el cráneo, el macizo mediofacial, la cavidad nasal, la cavidad bucal y la nasofaringe.

El **nervio mandibular**, otra división del nervio trigémino, pasa a través del foramen oval y entra en la cara superior profunda de la fosa infratemporal (véanse figs. 12-45 y 12-46). Inmediatamente envía numerosos ramos motores y sensitivos al cráneo, la fosa infratemporal, la fosa temporal, la mandíbula, la cavidad bucal y la parte inferior de la cara.

Los principales ramos nerviosos se enumeran aquí para fines organizativos. Se proporcionan más detalles en las siguientes secciones sobre los nervios craneales y autónomos.

Ramos del nervio maxilar

- Nervio meníngeo medio
- Ramos ganglionares para el ganglio pterigopalatino
- Nervios cigomáticos
- Nervio alveolar superior posterior
- Nervio infraorbitario
- Nervios palatinos mayor y menor
- Nervio nasopalatino
- Nervio faríngeo

Ramos del nervio mandibular

- Nervio meníngeo (espinoso)
- Ramos motores para los músculos de la masticación, el tensor del velo del paladar y el tensor del tímpano
- Nervio bucal
- Nervio lingual
- Nervio alveolar inferior
- Nervio auriculotemporal

El **nervio del canal pterigoideo** está compuesto por el **nervio petroso mayor** (ramo parasimpático del nervio facial) y el **nervio petroso profundo** (fibras simpáticas del plexo carotídeo). Se une al **ganglio pterigopalatino** y distribuye fibras posganglionares a lo largo de los ramos del nervio maxilar.

El **nervio petroso menor** es un componente parasimpático del nervio glossofaríngeo. Se extiende desde el oído medio hasta la fosa infratemporal, donde se une al **ganglio ótico**. Las fibras posganglionares se unen al ramo **auriculotemporal** del nervio mandibular. El nervio petroso menor proporciona las fibras secretomotoras a la **glándula parótida**.

El **nervio cuerda del tímpano** es un ramo del nervio facial; lleva fibras parasimpáticas y gustativas. El cuerda del tímpano se une al **ramo lingual** del nervio mandibular en la fosa infratemporal y distribuye sus fibras hacia el suelo de la boca a través del nervio lingual (véase [fig. 12-46](#)).

CUELLO

El *cuello* es la región del cuerpo que se localiza entre el borde inferior de la mandíbula superiormente y la escotadura supraesternal (yugular) y el borde superior de la clavícula inferiormente. La región cervical de la columna vertebral, que es convexa anteriormente y sostiene el cráneo, forma el eje longitudinal óseo del cuello. El hueso hioides se mueve con relativa libertad y ancla la lengua. Una masa de músculos extensores se ubica posterior con respecto a las vértebras, y otro grupo más pequeño de músculos flexores yace anterior a las mismas ([fig. 12-47](#)). Partes del sistema respiratorio (laringe y

tráquea) pasan por la región central anterior del cuello y partes del sistema digestivo (faringe y esófago) pasan por la región central posterior. A ambos lados de estas estructuras se localizan las arterias carótidas, las venas yugulares internas, el nervio vago y los nódulos linfáticos cervicales profundos, que discurren verticalmente.

Piel y fascia superficial

Las líneas naturales de tensión cutánea son constantes y se extienden casi horizontalmente alrededor del cuello. Este dato anatómico es clínicamente relevante porque una incisión a lo largo de una línea de tensión cutánea cicatrizará mejor (como una línea fina), mientras que una que cruza las líneas dejará una cicatriz más gruesa. La fascia superficial del cuello forma una delgada capa que encierra los nervios cutáneos, el músculo platisma, las venas superficiales y los nódulos linfáticos superficiales.

Nervios cutáneos

Los **ramos posteriores de los nervios cervicales 2 a 5** inervan la piel que cubre el músculo trapecio en la cara posterior del cuello y la parte posterior del cuero cabelludo hasta el vértice ([fig. 12-48](#); véase también [fig. 12-20](#)). El **nervio occipital mayor** es una ramificación del ramo posterior del segundo nervio cervical. El primer nervio cervical no posee ramo cutáneo.

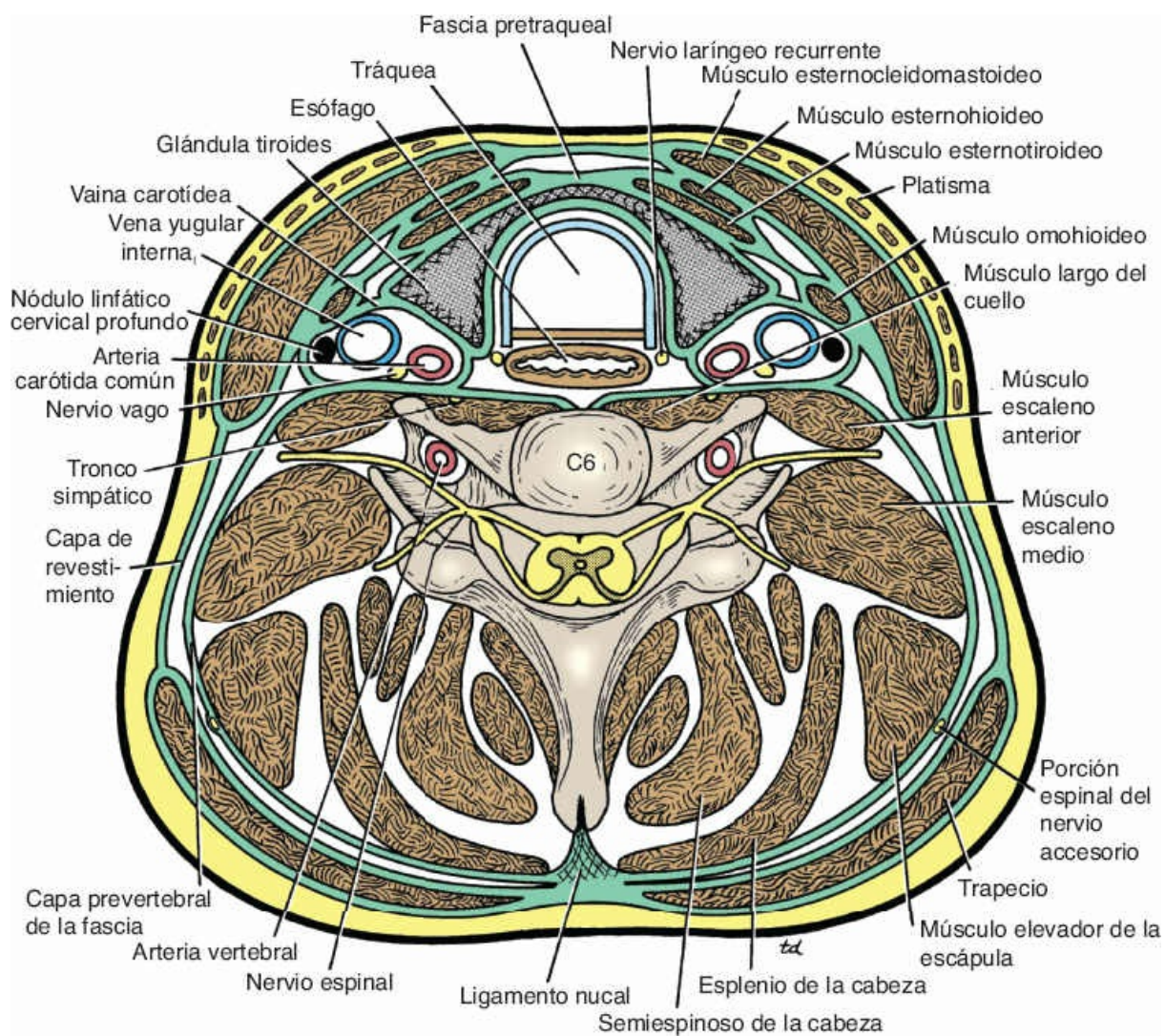


Figura 12-47. Sección transversal del cuello a nivel de la vértebra C6.

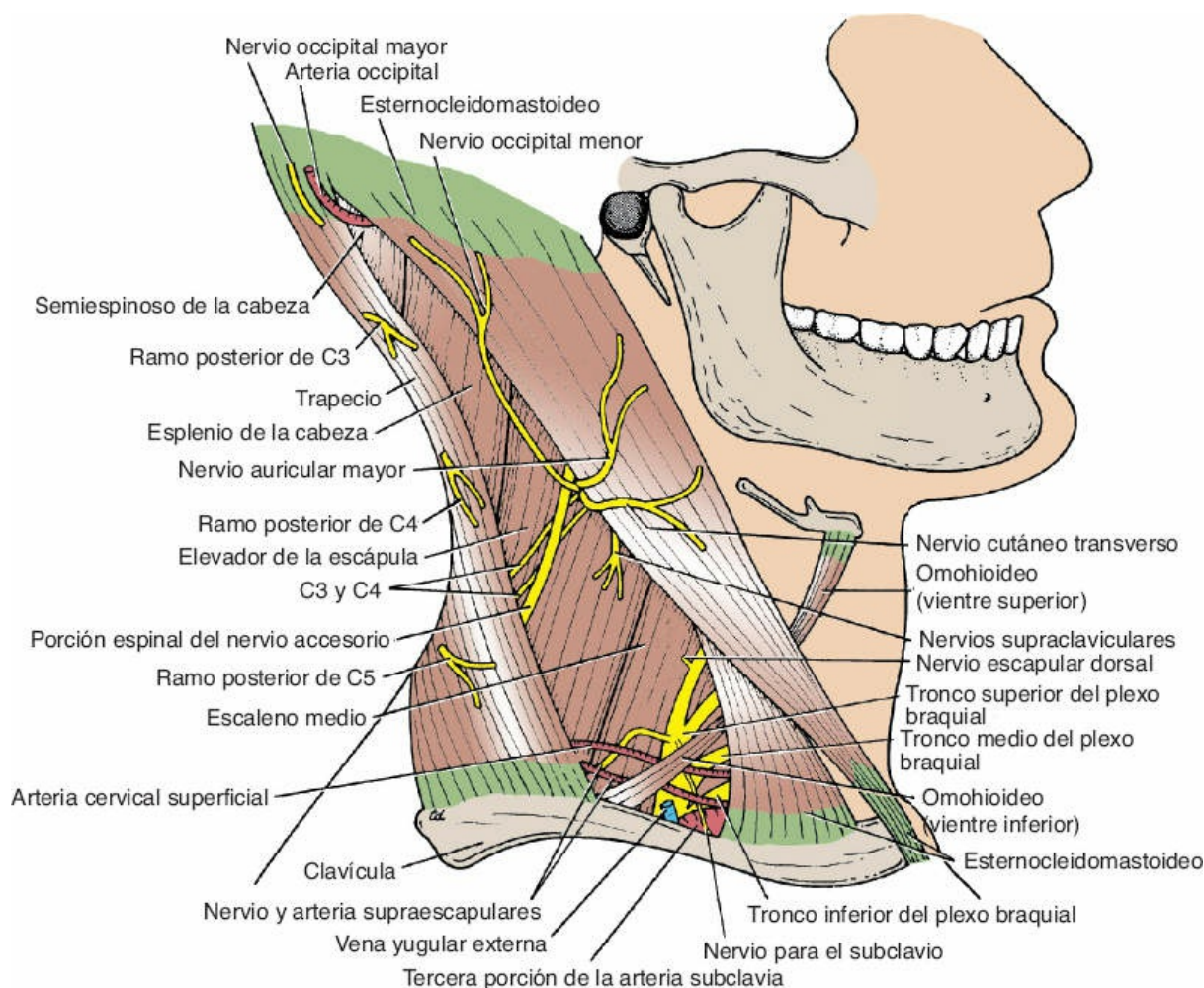


Figura 12-48. Triángulo posterior del cuello.

La piel de las caras anterior y lateral del cuello es inervada por los ramos anteriores de los nervios cervicales 2-4 a través de ramos del **plexo cervical**. Los ramos emergen inferiores al borde posterior del músculo esternocleidomastoideo.

El **nervio occipital menor** (C2) rodea el nervio accesorio y asciende a lo largo del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo para inervar la piel de la parte lateral de la región occipital y la cara medial de la aurícula.

El **nervio auricular mayor** (C2 y C3) asciende a través del músculo esternocleidomastoideo y se divide en ramos que inervan la piel en el ángulo de la mandíbula, en las glándulas parótidas y en ambas superficies de la oreja.

El **nervio cutáneo transverso** (C2 y C3) emerge por detrás de la mitad del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo. Discurre anteriormente a través de ese músculo y se divide en ramos que inervan la piel en las caras anterior y lateral del cuello, desde el cuerpo de la mandíbula hasta el esternón.

Los **nervios supraclaviculares** (C3 y C4) emergen por debajo del borde posterior del músculo esternocleidomastoideo y descienden a través del lado del cuello. Pasan sobre la pared torácica y la región del hombro y descienden hasta el nivel de la segunda costilla. El nervio supraclavicular medial atraviesa el extremo medial de la clavícula e inerva la piel hasta el plano medio. El nervio

supraclavicular intermedio cruza la mitad de la clavícula e inerva la piel de la pared torácica. El nervio supraclavicular lateral cruza el extremo lateral de la clavícula e inerva la piel por encima del hombro y la mitad superior del músculo deltoides; este nervio también inerva la cara posterior del hombro hasta la espina de la escápula.

Platisma

El platisma es una lámina muscular fina, ancha y clínicamente relevante de la fascia superficial ([fig. 12-49](#); véase también [fig. 12-14](#)). Se resume en la [tabla 12-5](#). Aunque se localiza principalmente en el cuello, el platisma es uno de los músculos faciales derivados del primer arco faríngeo, y está inervado por el nervio facial.

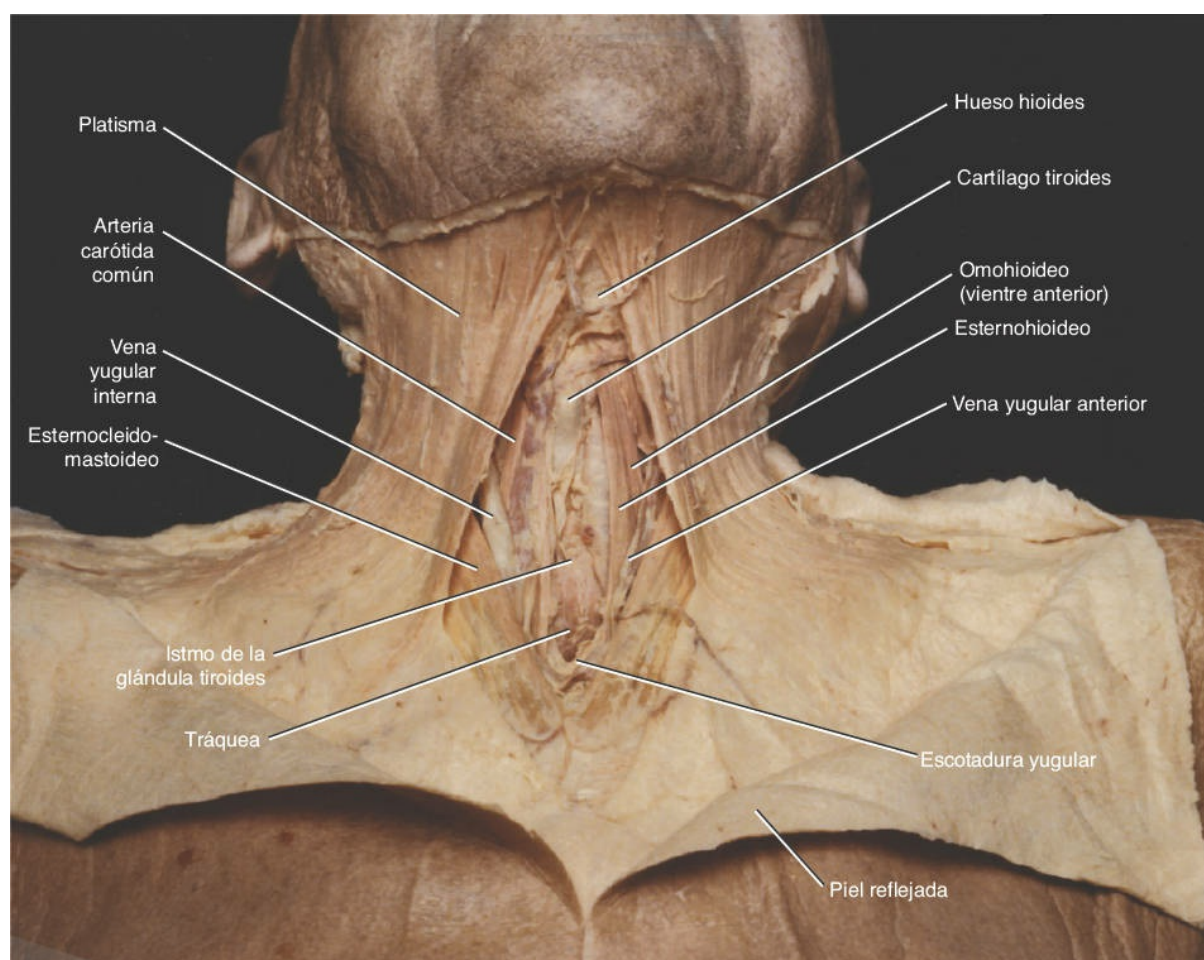


Figura 12-49. Disección de la cara anterior del cuello que muestra el músculo platisma y los extremos inferiores de los músculos esternocleidomastoideos en ambos lados. La piel se ha reflejado inferiormente.



Notas clínicas

Identificación clínica del platisma

El platisma se observa como una delgada lámina de músculo justo por debajo de la piel haciendo

que el paciente apriete sus mandíbulas firmemente. El músculo se extiende desde el cuerpo de la mandíbula inferiormente sobre la clavícula, hasta la cara anterior de la pared torácica.

Tono del platismo e incisiones en el cuello

En las laceraciones o incisiones quirúrgicas en el cuello, es muy importante que la capa subcutánea que contiene el platismo se suture con cuidado, ya que el tono del platismo puede tirar del tejido cicatricial, dando lugar a grandes y antiestéticas cicatrices.

Inervación del platismo y distorsión de la boca

El **ramo cervical del nervio facial** inerva el músculo platismo. Este nervio emerge desde el extremo inferior de la glándula parótida y se dirige hacia el platismo; luego, a veces, cruza el borde inferior de la mandíbula para inervar el músculo depresor del ángulo de la boca. Por lo tanto, las laceraciones de la piel sobre la mandíbula o la parte superior del cuello que afectan el platismo pueden distorsionar la forma de la boca.

Tabla 12-5 Músculos del cuello

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Platisma	Fascia profunda sobre el pectoral mayor y el deltoides	Cuerpo de la mandíbula y ángulo de la boca	Ramo cervical del nervio facial	Tira inferiormente de la mandíbula y el ángulo de la boca.
Esternocleidomastoideo	Manubrio del esternón y tercio medial de la clavícula	Proceso mastoideo del hueso temporal y hueso occipital	Porción espinal del nervio accesorio y C2 y C3	La acción conjunta de dos músculos extiende la cabeza y flexiona el cuello; la acción de un solo músculo rota la cabeza hacia el lado opuesto.
Digástrico				
Ventre posterior	Fosa digástrica en el proceso mastoideo del hueso temporal	Tendón intermedio (sujeto al hioides por un cabestrillo fascial)	Nervio facial	Desciende la mandíbula o eleva el hueso hioides.
Ventre anterior	Cuerpo de la mandíbula		Nervio para el milohioideo	
Estilohioideo	Proceso mastoideo	Cuerpo del hioides	Nervio facial	Eleva el hueso hioides.
Milohioideo	Línea milohioidea del cuerpo de la mandíbula	Cuerpo de hueso hioides y rafe fibroso	Nervio alveolar inferior	Eleva el suelo de la boca y el hueso hioides o deprime la mandíbula.
Genihioideo	Espina mentoniana inferior de la mandíbula	Cuerpo del hioides	C1	Eleva el hueso hioides o deprime la mandíbula.
Esternohioideo	Manubrio del esternón y clavícula	Cuerpo del hioides	Asa cervical; C1, C2 y C3	Desciende el hueso hioides.
Esternotiroideo	Manubrio del esternón	Línea oblicua sobre la lámina del cartilago tiroideo	Asa cervical; C1, C2 y C3	Desciende la laringe.
Tirohioideo	Línea oblicua sobre la lámina del cartilago tiroideo	Borde inferior del cuerpo del hueso hioides	C1	Desciende el hueso hioides o eleva la laringe.
Omohioideo				
Ventre inferior	Borde superior de la escápula y del ligamento supraescapular	Tendón intermedio (sujeto a la clavícula y a la primera costilla por un cabestrillo fascial)	Asa cervical; C1, C2 y C3	Desciende el hueso hioides.
Ventre superior	Borde inferior del cuerpo del hueso hioides			
Escaleno anterior	Procesos transversos de las vértebras C3-C6	Primera costilla	C4, C5 y C6	Eleva la 1.ª costilla; flexiona y rota lateralmente la porción cervical de la columna vertebral.
Escaleno medio	Procesos transversos de las seis vértebras cervicales superiores	Primera costilla	Ramos anteriores de los nervios cervicales	Eleva la 1.ª costilla; flexiona y rota lateralmente la porción cervical de la columna vertebral.
Escaleno posterior	Procesos transversos de las vértebras cervicales inferiores	Segunda costilla	Ramos anteriores de los nervios cervicales	Eleva la 2.ª costilla; flexiona y rota lateralmente la porción cervical de la columna vertebral.

Vena yugular externa

La vena yugular externa se origina inmediatamente posterior al ángulo de la mandíbula por la unión de la **vena auricular posterior** con la **división posterior de la vena retromandibular** (fig. 12-50). Desciende oblicuamente sobre el músculo esternocleidomastoideo y, justo superior a la clavícula en el triángulo posterior, perfora la fascia profunda y drena en la vena subclavia (véase fig. 12-48). Su tamaño puede variar de manera considerable, y su curso se extiende desde el ángulo de la mandíbula hasta la mitad de la clavícula.

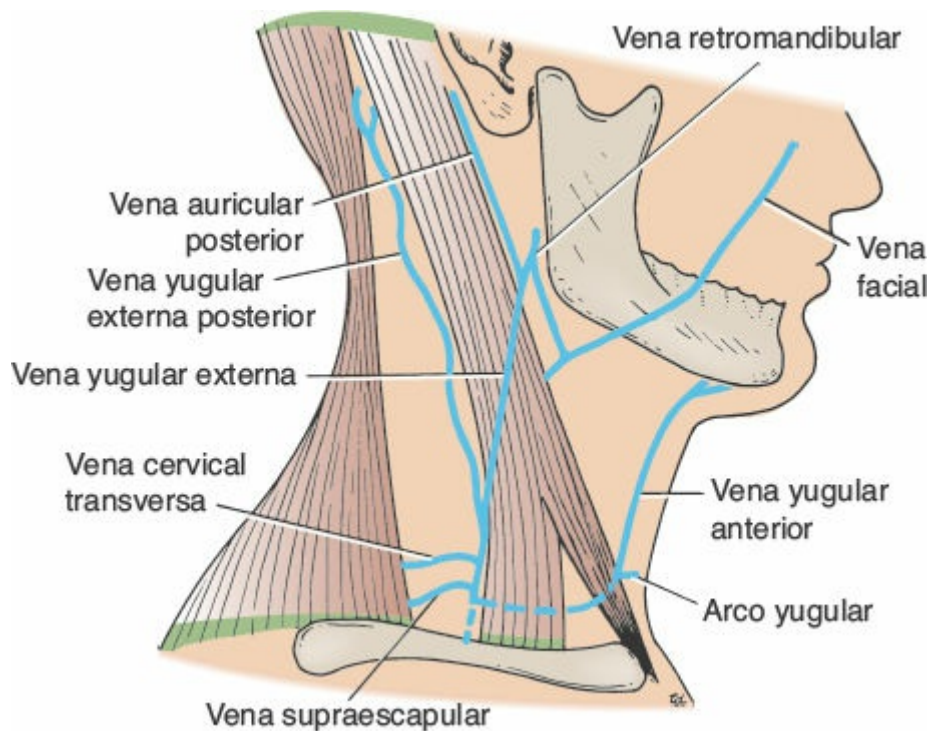


Figura 12-50. Venas superficiales principales de la cara y el cuello.

Tributarias

La vena yugular externa posee las siguientes tributarias (véase [fig. 12-50](#)):

- **Vena auricular posterior**
- **División posterior de la vena retromandibular**
- **Vena yugular externa posterior** (una vena pequeña que drena la parte posterior del cuero cabelludo y el cuello y se une con la vena yugular externa aproximadamente a la mitad de su trayecto)
- **Vena cervical transversa**
- **Vena supraescapular**
- **Vena yugular anterior**

La vena yugular anterior se origina inmediatamente inferior al mentón, por la unión de varias venas pequeñas. Desciende por el cuello cerca de la línea media. Justo por encima de la escotadura supraesternal, las venas de los dos lados se unen mediante un tronco transversal llamado **arco venoso yugular**. A continuación, la vena hace un giro lateral abrupto y pasa profunda con respecto al músculo esternocleidomastoideo para drenar en la vena yugular externa.



Notas clínicas

Visibilidad de la vena yugular externa

La vena yugular externa es menos evidente en niños y mujeres porque su tejido subcutáneo tiende a ser más grueso que el de los hombres adultos. En personas obesas, puede ser difícil identificar la vena incluso cuando se les solicita que contengan la respiración, lo que impide el retorno venoso.

hacia el lado derecho del corazón y distiende la vena.

Las venas superficiales del cuello tienden a agrandarse y, a menudo, a ser tortuosas en cantantes profesionales debido a los períodos prolongados de presión intratorácica elevada.

Vena yugular externa como manómetro venoso

La vena yugular externa sirve como un útil manómetro venoso. Por lo general, cuando el paciente está recostado en un ángulo horizontal de 30°, el nivel de la sangre en las venas yugulares externas alcanza aproximadamente un tercio del trayecto hasta el cuello. Cuando el paciente se sienta, el nivel de sangre desciende hasta que deja de ser visible por detrás de la clavícula.

Cateterismo de la vena yugular externa

La vena yugular externa puede usarse para llevar a cabo un cateterismo, pero la presencia de válvulas o su trayecto tortuoso pueden dificultar el paso del catéter. Dado que la vena yugular externa derecha se localiza en la línea más directa con respecto a la vena cava superior, es la que se utiliza con mayor frecuencia (fig. 12-51). La vena se cateteriza aproximadamente a medio camino entre el nivel del cartílago cricoides y la clavícula. El paso del catéter debe realizarse durante la inspiración, cuando las válvulas están abiertas.

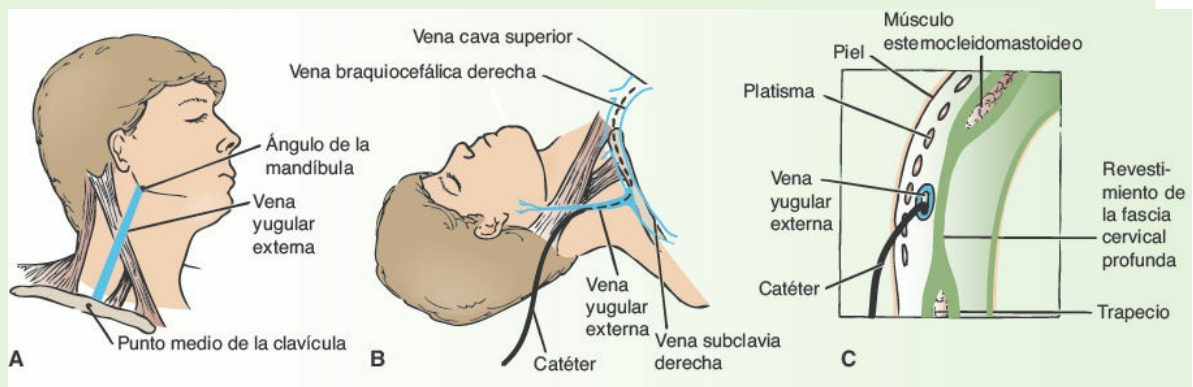


Figura 12-51. Cateterismo de la vena yugular externa derecha. **A.** Referencia superficial de la vena. **B.** Sitio del cateterismo. Obsérvese cómo la vena yugular externa se une a la vena subclavia en un ángulo recto. **C.** Sección transversal del cuello que muestra las relaciones de la vena yugular externa cuando cruza el triángulo posterior del cuello.

Nódulos linfáticos superficiales

Los **nódulos linfáticos cervicales superficiales** se localizan junto a la vena yugular externa, superficiales con respecto al músculo esternocleidomastoideo (véase fig. 12-17). Reciben los vasos linfáticos de los nódulos occipitales y mastoideos y drenan en los **nódulos linfáticos cervicales profundos**.

Músculos del cuello

Los músculos del cuello se resumen en la [tabla 12-5](#) y se ilustran en las [figuras 12-48, 12-49 y 12-52 a 12-54](#). El músculo esternocleidomastoideo y los músculos anteriores a este, junto con el vientre inferior del omohioideo, son bandas alargadas conocidas colectivamente como **músculos peniformes** (en forma de pluma) del cuello. Los ubicados por encima del hueso hioides son los músculos **suprahioideos** (vientre anterior y posterior del digástrico,

milohioideo, geniohioideo, geniogloso, estilohioideo); los ubicados por debajo son los músculos **infrahioideos** (omohioideo, esternohioideo, esternotiroideo, tirohioideo). En el cuello, también se ubican los músculos **profundos del cuello** (escaleno anterior, escaleno medio, escaleno posterior, largo del cuello, largo de la cabeza).

Músculo esternocleidomastoideo

Cuando el músculo esternocleidomastoideo se contrae, aparece como una banda oblicua que cruza el lado del cuello desde la articulación esternoclavicular hasta el proceso mastoideo del cráneo. Divide el cuello en los **triángulos anterior y posterior** (véanse figs. 12-52 y 12-53). El borde anterior cubre las arterias carótidas, la vena yugular interna y los nódulos linfáticos cervicales profundos; también se superpone a la glándula tiroides. La piel, la fascia, el músculo platisma y la vena yugular externa cubren el músculo superficialmente. La cara profunda del borde posterior está relacionada con los nervios del plexo cervical, el nervio frénico y la parte superior del plexo braquial.

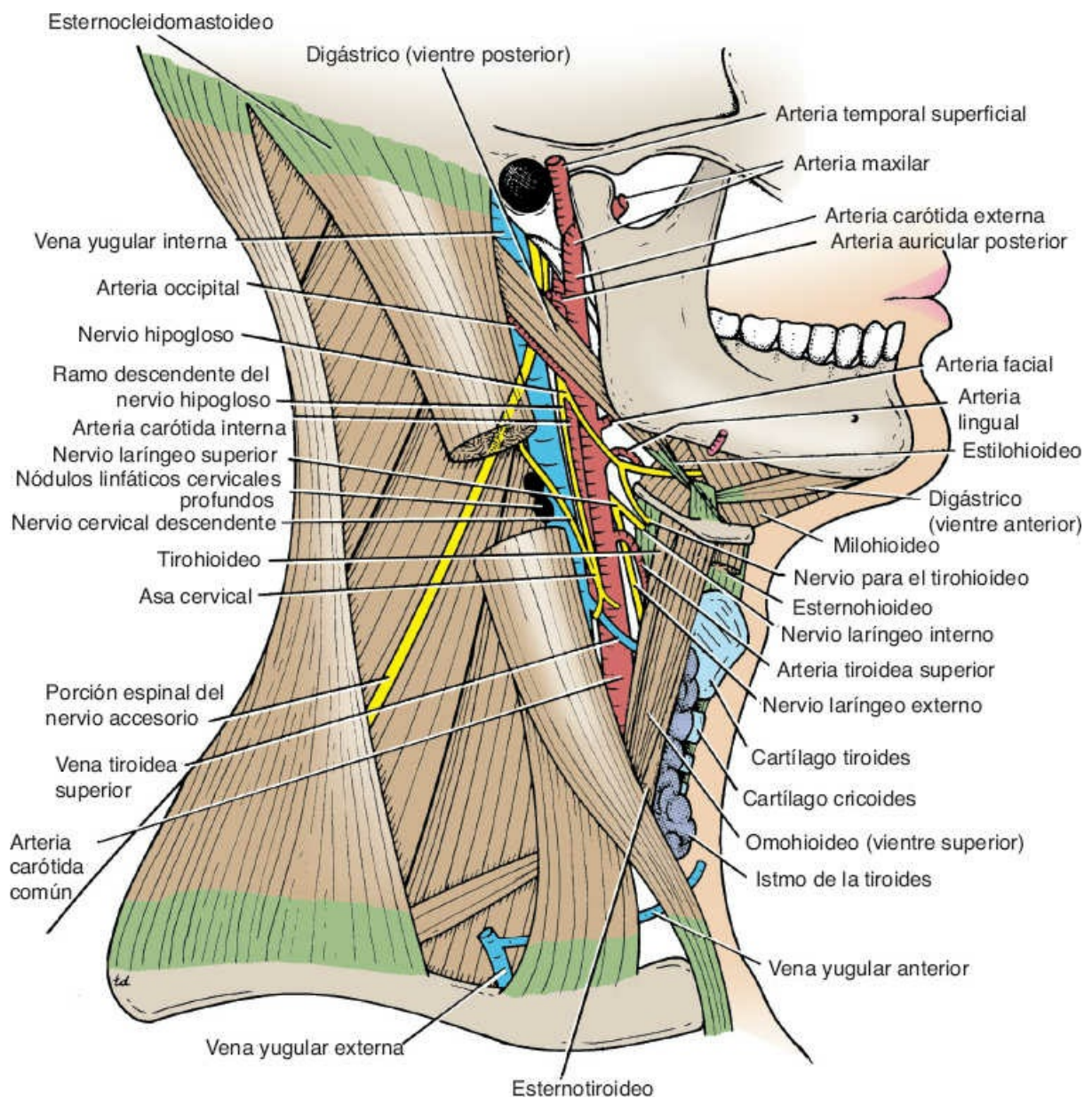


Figura 12-52. Triángulos anteriores y posteriores del cuello.

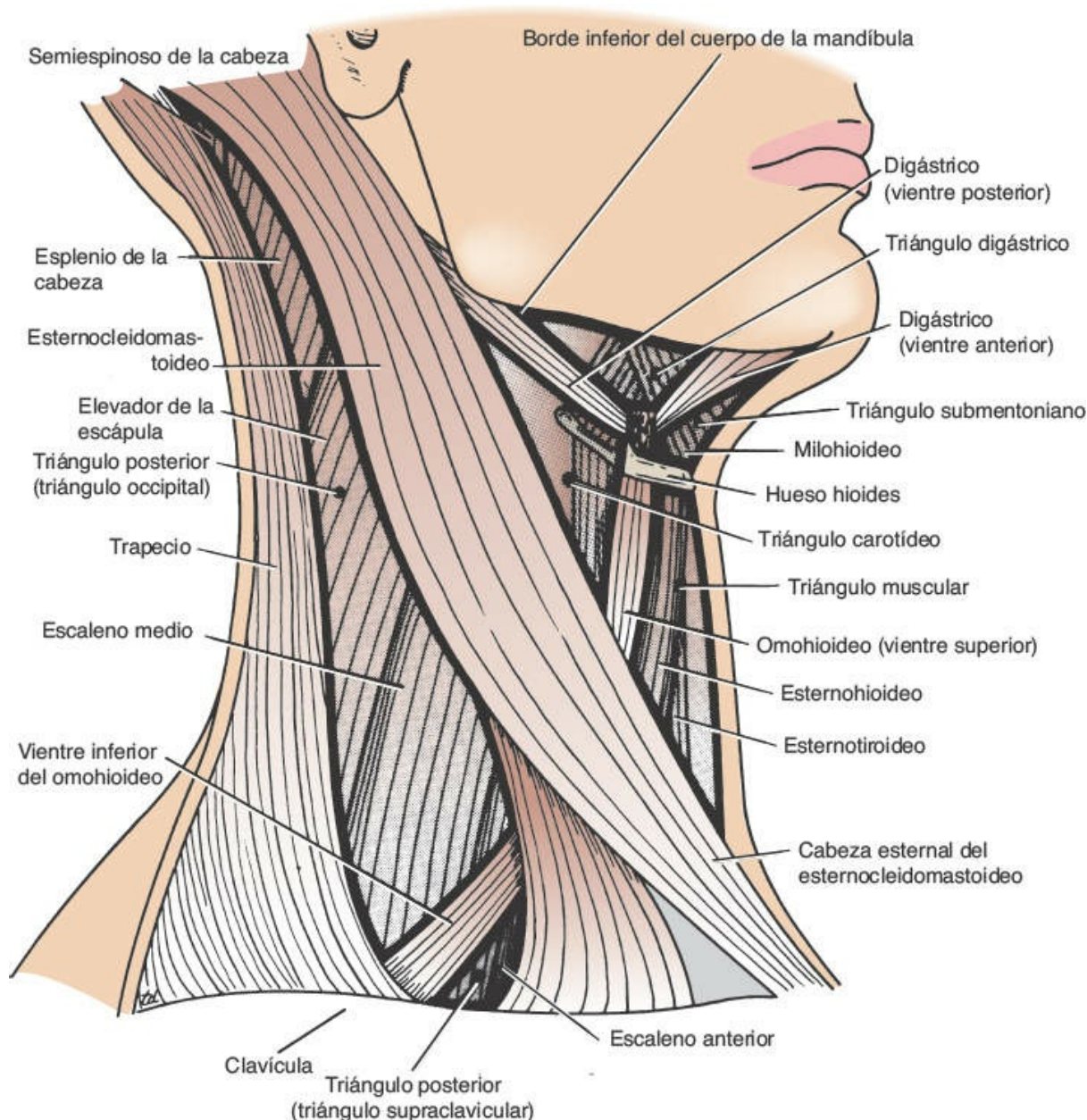


Figura 12-53. Contenidos musculares de los triángulos del cuello.



Notas clínicas

Músculo esternocleidomastoideo y protección frente a los traumatismos

El esternocleidomastoideo, un músculo resistente y grueso que cruza la cara lateral del cuello, protege las estructuras blandas subyacentes de posibles traumatismos contusos. De hecho, muchos intentos de suicidio cortándose la garganta (la parte anterior del cuello) fracasan porque el individuo primero extiende el cuello antes de hacer varios cortes horizontales con un cuchillo. La extensión de la región cervical de la columna vertebral y la extensión de la cabeza en la articulación atlantooccipital producen un desplazamiento posterior de la vaina carotídea junto con sus grandes vasos sanguíneos por debajo del músculo esternocleidomastoideo. Para lograr el resultado deseado con la cabeza y el cuello completamente extendidos, algunos individuos tienen que hacer varios intentos y solo lo logran cuando se han cortado la laringe y la mayor parte de los músculos esternocleidomastoideos. Las heridas suelen ubicarse inmediatamente superiores e inferiores al

hueso hioides.

Tortícolis congénita

La mayoría de los casos de tortícolis congénita se deben a un estiramiento excesivo del músculo esternocleidomastoideo durante un parto difícil. Se produce una hemorragia dentro del músculo y puede detectarse como una masa pequeña y redondeada durante las primeras semanas después del nacimiento. Más tarde, la masa es invadida por tejido fibroso, que contrae y acorta el músculo. Así, el proceso mastoideo es proyectado hacia la articulación esternoclavicular del mismo lado, la columna cervical se flexiona y la cara mira hacia el lado opuesto. Si no se trata, se producen cambios asimétricos en el crecimiento de la cara y las vértebras cervicales pueden adquirir forma de cuña.

Tortícolis espasmódica

La tortícolis espasmódica, que se produce por contracciones crónicas repetidas de los músculos esternocleidomastoideo y trapecio, suele ser psicógena. En los casos graves puede ser necesaria la sección de la porción espinal del nervio accesorio.

Músculo escaleno anterior

El músculo escaleno anterior es clave para comprender la raíz del cuello (*véanse* figs. 12-47 y 12-54). Está situado profundamente y desciende casi verticalmente desde la columna vertebral hasta la primera costilla.

Relaciones importantes

- **Anteriormente.** Se relaciona con las arterias carótidas, el nervio vago, la vena yugular interna y los nódulos linfáticos cervicales profundos. La arteria cervical transversa y la supraescapular, así como la capa prevertebral de la fascia cervical profunda, unen el **nervio frénico** a la cara anterior del músculo (*véase* fig. 12-54).
- **Posteriormente.** Se relaciona con la pleura cervical, el origen del plexo braquial y la segunda porción de la arteria subclavia. El músculo escaleno medio se localiza posterior al escaleno anterior.

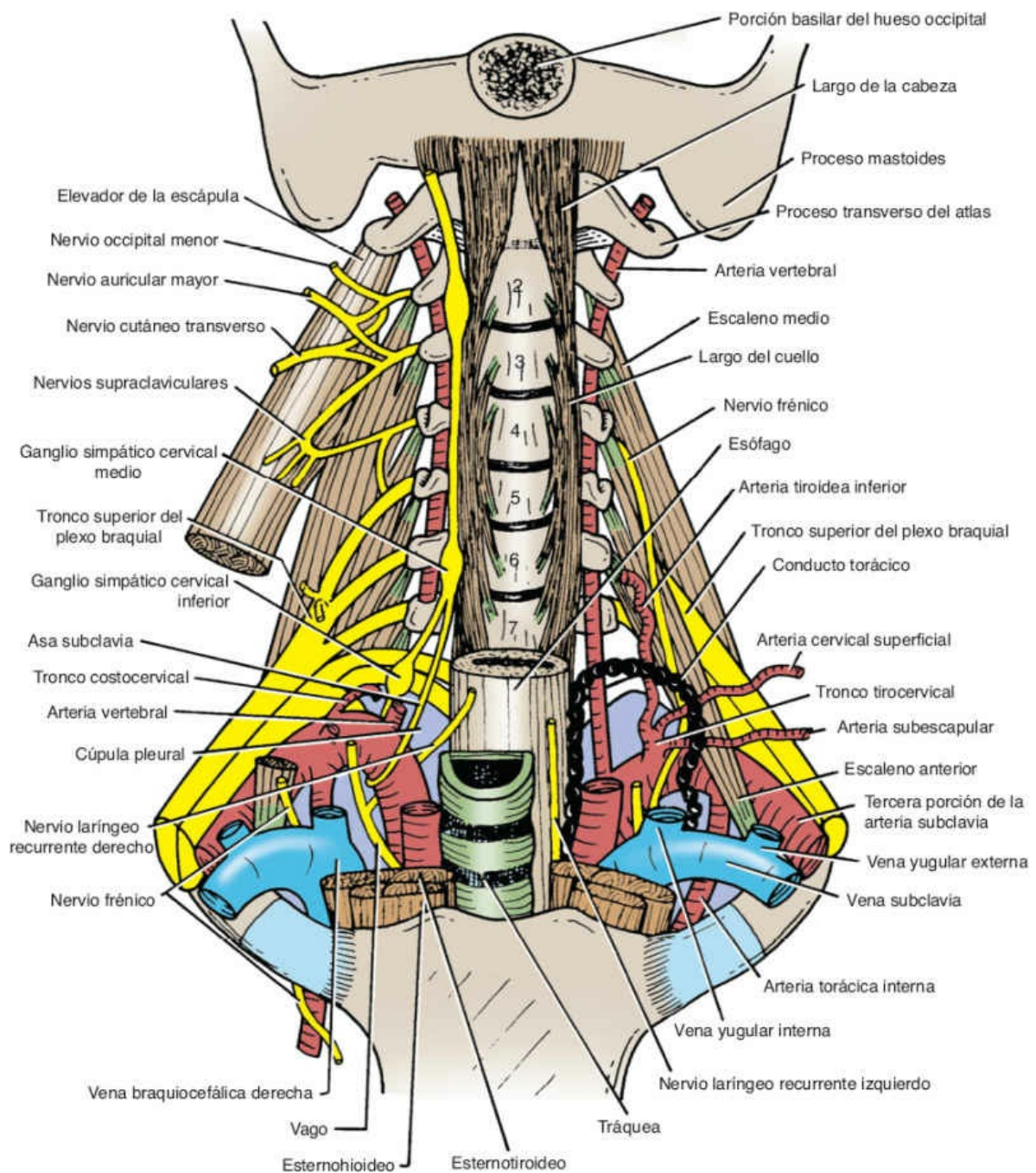


Figura 12-54. Región prevertebral y raíz del cuello.

- **Medialmente.** Se relaciona con la arteria y la vena vertebrales y la cadena simpática. En el lado izquierdo, el borde medial está relacionado con el conducto torácico.
- **Lateralmente.** Se relaciona con los ramos emergentes del plexo cervical, las raíces del plexo braquial y la tercera porción de la arteria subclavia.

Los bordes adyacentes de los músculos escalenos anterior y medio y la primera costilla forman un espacio triangular: el **triángulo interescalénico**. La **arteria subclavia** y las **raíces del plexo braquial** pasan a través del triángulo. El estrechamiento del triángulo interescalénico (p. ej., por vientres musculares adicionales o una costilla cervical) puede comprimir su contenido neurovascular,

lo que causa isquemia o disfunción nerviosa en el miembro superior. Las estructuras que pasan por fuera del triángulo (vena subclavia, arteria cervical transversa, arteria supraescapular, nervio frénico) no tienen este peligro.

Triángulos cervicales

Los músculos dividen el cuello en varios espacios triangulares útiles para organizar los contenidos cervicales. El músculo esternocleidomastoideo divide el cuello en los grandes **triángulos anterior** y **posterior**, o regiones cervicales anterior y lateral, respectivamente (véanse figs. 12-52 y 12-53). Cada uno contiene espacios triangulares más pequeños.

Triángulo anterior (región cervical anterior)

Los límites son el músculo esternocleidomastoideo, la línea media del cuello y el borde inferior del cuerpo de la mandíbula.

Subdivisiones y límites:

- **Triángulo muscular.** Línea media anterior, borde anterior del esternocleidomastoideo, vientre superior del omohioideo.
- **Triángulo carotídeo.** Vientre superior del omohioideo, borde anterior del esternocleidomastoideo, vientre posterior del digástrico.
- **Triángulo submentoniano.** Línea media anterior, hueso hioides, vientre anterior de digástrico.
- **Triángulo submandibular (digástrico).** Borde inferior del cuerpo de la mandíbula, vientre anterior del digástrico, vientre posterior del digástrico.

Triángulo posterior (región cervical lateral)

Los límites son el músculo esternocleidomastoideo, el músculo trapecio y la clavícula.

Subdivisiones y límites:

- **Triángulo occipital.** Esternocleidomastoideo, trapecio, vientre inferior del omohioideo.
- **Triángulo omoclavicular (subclavio).** Esternocleidomastoideo, vientre inferior del omohioideo, clavícula.

Contenidos principales de los triángulos

- **Triángulo muscular.** Músculos infrahioideos, glándulas tiroideas y paratiroides.
- **Triángulo carotídeo.** Arteria carótida común, seno carotídeo, cuerpo carotídeo.
- **Triángulo submentoniano.** Nódulos linfáticos submentonianos, vena yugular anterior.
- **Triángulo submandibular.** Glándulas submandibulares.

- **Triángulo occipital.** Arteria occipital, nervio accesorio espinal (NC XI), plexo braquial (truncos).
- **Triángulo omoclavicular.** Arteria subclavia (tercera porción).

Fascia cervical profunda

La fascia cervical profunda sostiene los músculos, los vasos y las vísceras del cuello (véase [fig. 12-47](#)). En ciertas áreas, se condensa para formar láminas fibrosas bien definidas llamadas *capa de revestimiento*, *capa pretraqueal* y *capa prevertebral*. También se condensa para formar la **vaina carotídea** y la **vaina axilar**.

Capa de revestimiento (fascia profunda)

La capa de revestimiento es gruesa y está alrededor del cuello. Se divide para englobar el trapecio y los músculos esternocleidomastoideos.

Capa pretraqueal (fascia pretraqueal; cápsula de la tiroides)

La capa pretraqueal es delgada y se adhiere superiormente a los cartílagos laríngeos. Rodea a las glándulas tiroides y paratiroides, formando una vaina específica para estas, y también a los músculos infrahioides.

Capa prevertebral (fascia prevertebral)

La capa prevertebral es gruesa y forma un tabique a través del cuello posterior a la faringe y el esófago y anterior a los músculos prevertebrales y la columna vertebral. Forma el suelo fascial del triángulo posterior y se extiende lateralmente sobre la primera costilla hacia la axila para constituir la importante vaina axilar.

Vaina carotídea

La vaina carotídea es una condensación local de las capas prevertebral, pretraqueal y de revestimiento que rodea las arterias carótidas común e interna, la vena yugular interna, el nervio vago y los nódulos linfáticos cervicales profundos.

Vaina axilar

Todos los ramos anteriores de los nervios cervicales que emergen en el intervalo entre los músculos escaleno anterior y medio se localizan inicialmente profundos con respecto a la capa prevertebral. A medida que la arteria subclavia y el plexo braquial emergen en el triángulo interescalénico, llevan consigo una vaina de la fascia, que se extiende hacia la axila y se denomina *vaina axilar*.

Ligamentos cervicales

- **Ligamento estilohioideo.** Conecta el proceso estiloides con el cuerno menor del hueso hioides (véase [fig. 12-82](#)).
- **Ligamento estilomandibular.** Conecta el proceso estiloides con el ángulo de la mandíbula (véase [fig. 12-9](#)).
- **Ligamento esfenomandibular.** Conecta la espina del hueso esfenoides con la lingula de la mandíbula (véase [fig. 12-9](#)).
- **Ligamento pterigomandibular (rafe).** Conecta el gancho del proceso pterigoides de la lámina pterigoidea medial con el extremo posterior de la línea milohioidea de la mandíbula. Proporciona inserción a los músculos constrictor superior y buccinador (véase [fig. 12-82](#)).



Notas clínicas

Importancia clínica de la fascia profunda del cuello

Como se ha descrito anteriormente, en ciertas áreas la fascia profunda forma distintas capas: *capa de revestimiento*, *capa pretraqueal* y *capa prevertebral*. Estas capas de fascia son fácilmente reconocibles durante una intervención.

Espacios fasciales

Entre las capas más densas de la fascia cervical profunda, el tejido conjuntivo laxo forma espacios potenciales que son clínicamente relevantes. Entre los considerados más importantes se incluyen los espacios **visceral**, **retrofaringeo**, **submandibular** y **masticatorio** ([fig. 12-55](#)).

La fascia profunda y los espacios fasciales son importantes porque existe la posibilidad de que los microorganismos de la boca, los dientes, la faringe y el esófago se propaguen entre las capas y espacios fasciales, y una fascia resistente puede determinar la dirección de propagación de la infección y el trayecto seguido por el pus. La sangre, el pus o el aire en el espacio retrofaringeo pueden extenderse inferiormente hacia el mediastino superior del tórax.

Infecciones agudas de los espacios fasciales cervicales

Las **infecciones dentales** afectan con más frecuencia a los molares inferiores. La infección se disemina medialmente desde la mandíbula hacia los espacios submandibular y masticatorio, y empuja la lengua anterosuperiormente. Una mayor propagación inferior puede involucrar el espacio visceral y provocar edema de las cuerdas vocales y obstrucción de las vías respiratorias.

La **angina de Ludwig** es una infección aguda del espacio fascial submandibular y suele originarse por una infección dental.

Infecciones crónicas de los espacios fasciales cervicales

La **infección tuberculosa de los nódulos linfáticos cervicales profundos** puede provocar la licuefacción y destrucción de uno o más nódulos. Inicialmente, la capa de revestimiento de la fascia cervical profunda limita el paso del pus. Después, se erosiona en un punto y el pus pasa a la fascia superficial, menos restringida. Así es como aparece el absceso en collar. El absceso superficial es fácilmente reconocible, pero no debe obviarse la existencia de un absceso más profundo.

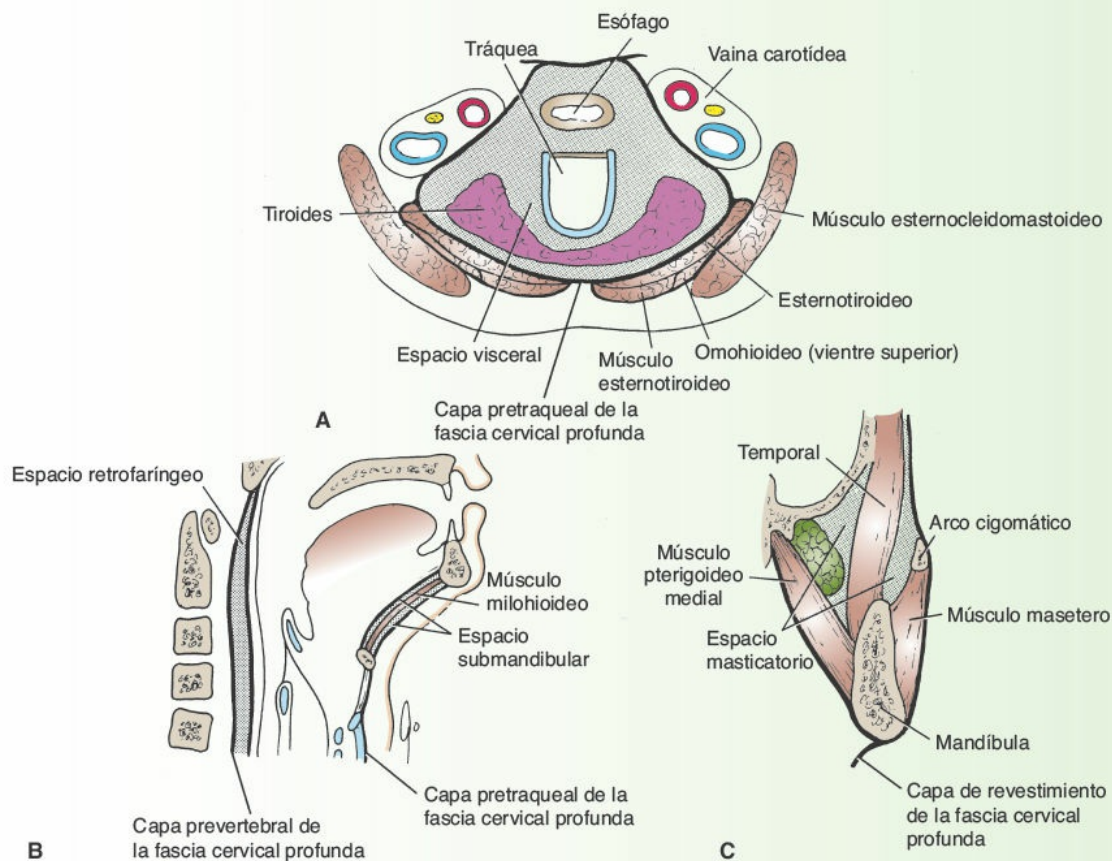


Figura 12-55 A. Sección transversal del cuello donde se muestra el espacio visceral. B. Sección sagital del cuello donde se presentan las posiciones de los espacios retrofaríngeos y submandibulares. C. Sección vertical del cuerpo de la mandíbula cerca del ángulo donde se muestra el espacio masticatorio.

Raíz del cuello

La raíz del cuello es el área inmediatamente superior a la entrada al tórax (véase fig. 12-54). El músculo escaleno anterior, ya descrito anteriormente, es una estructura clave para comprender la raíz del cuello. Los vasos sanguíneos subclavios y el conducto torácico son estructuras importantes en esta región.

Arteria subclavia

La **arteria subclavia derecha** nace de la arteria braquiocefálica, posterior a la articulación esternoclavicular derecha. Pasa superior y lateralmente curvándose suavemente por detrás del músculo escaleno anterior, y en el borde exterior de la primera costilla se convierte en la arteria axilar. La **arteria subclavia izquierda** nace en el arco aórtico en el tórax. Ascende a la raíz del cuello y luego se arquea lateralmente de manera similar a la arteria subclavia derecha. Más adelante se proporcionan más detalles.

Vena subclavia

La vena subclavia comienza en el borde externo de la primera costilla como una continuación de la vena axilar. En el borde medial del escaleno anterior, se une a la vena yugular interna para formar la vena braquiocefálica.

Conducto torácico

El conducto torácico comienza en el abdomen, en el extremo superior de la **cisterna del quilo** (véase [cap. 5](#)). Entra en el tórax a través de la abertura aórtica en el diafragma y asciende a través del mediastino posterior, inclinándose gradualmente hacia la izquierda. En el mediastino superior, pasa por arriba a lo largo del borde izquierdo del esófago. En la raíz del cuello, continua ascendiendo a lo largo del borde izquierdo del esófago hasta que alcanza el nivel del proceso transverso de la vértebra C7. Aquí, se inclina lateralmente por detrás de la vaina carotídea. En el borde medial del escaleno anterior, gira inferiormente y drena en el origen de la vena braquiocefálica izquierda. Sin embargo, puede desembocar en la porción terminal de las venas subclavia o yugular interna.



Notas clínicas

Lesiones pleurales y pulmonares en la raíz del cuello

La **cúpula cervical de la pleura** y el **vértice del pulmón** se extienden hacia la raíz del cuello en cada lado (véase [fig. 12-54](#)). Cubiertos por la **membrana suprapleural**, se localizan posteriores a la arteria subclavia. Por lo tanto, una herida penetrante sobre el extremo medial de la clavícula puede afectar el vértice del pulmón.

ARTERIAS DE LA CABEZA Y EL CUELLO

Dos sistemas arteriales irrigan la cabeza y el cuello: 1) el sistema **carotídeo** y 2) el sistema **subclavio** ([fig. 12-56](#)). El sistema carotídeo irriga la parte superior del cuello y la cabeza. El sistema subclavio irriga la parte inferior del cuello, el cuello profundo, el interior del cráneo, el hombro, el miembro superior y el tórax.

Sistema carotídeo

El sistema carotídeo comienza con las dos arterias carótidas comunes, cada una de las cuales tiene un origen diferente en la raíz del cuello o el tórax (véase [cap. 5](#) y [fig. 5-45](#)).

Arteria carótida común

La arteria carótida común derecha se origina en la arteria braquiocefálica posterior a la articulación esternoclavicular derecha (véanse [figs. 5-45, 12-54](#) y [12-56](#)). La izquierda nace en el arco de la aorta en el mediastino superior. La

arteria carótida común se extiende superiormente a través del cuello dentro de la **vaina carotídea** (estrechamente relacionada con la vena yugular interna y el nervio vago), cubierta por el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo, desde la articulación esternoclavicular hasta el **borde superior del cartílago tiroides**. Aquí (en el triángulo carotídeo del cuello), se divide en las arterias carótidas interna y externa ([fig. 12-57](#); véase también [fig. 12-52](#)). La carótida común no tiene ramas, excepto sus dos ramas terminales.

Seno carotídeo

En su punto de división, la porción terminal de la arteria carótida común (o el comienzo de la arteria carótida interna o la carótida común terminal más el origen de la carótida interna) muestra una dilatación localizada, llamada **seno carotídeo** (véase [fig. 12-57](#)). La pared del seno es relativamente fina porque su túnica media es más delgada que en otros lugares. Sin embargo, la adventicia es relativamente gruesa y contiene numerosas terminaciones nerviosas derivadas del **nervio glosofaríngeo**. El seno carotídeo es un barorreceptor (receptor de presión) reflejo: un aumento de la presión arterial provoca una disminución de la frecuencia cardíaca y la vasodilatación de las arteriolas.

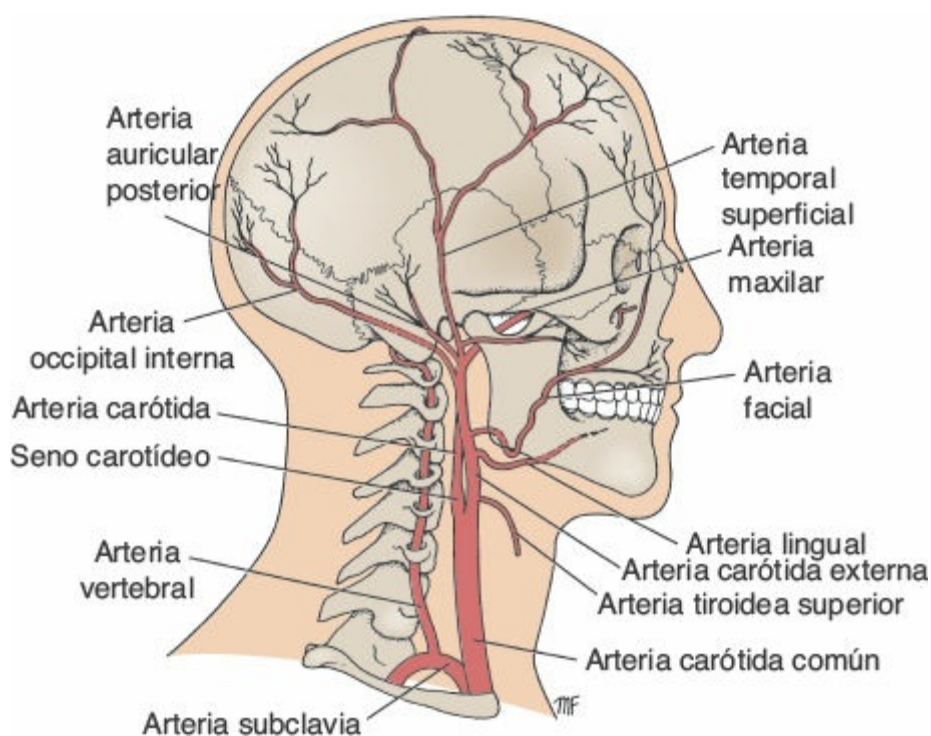


Figura 12-56. Arterias principales de la cabeza y el cuello. Obsérvese que, para mayor claridad, no se muestran el tronco tirocervical, el tronco costocervical y la arteria torácica interna (ramas de la arteria subclavia).

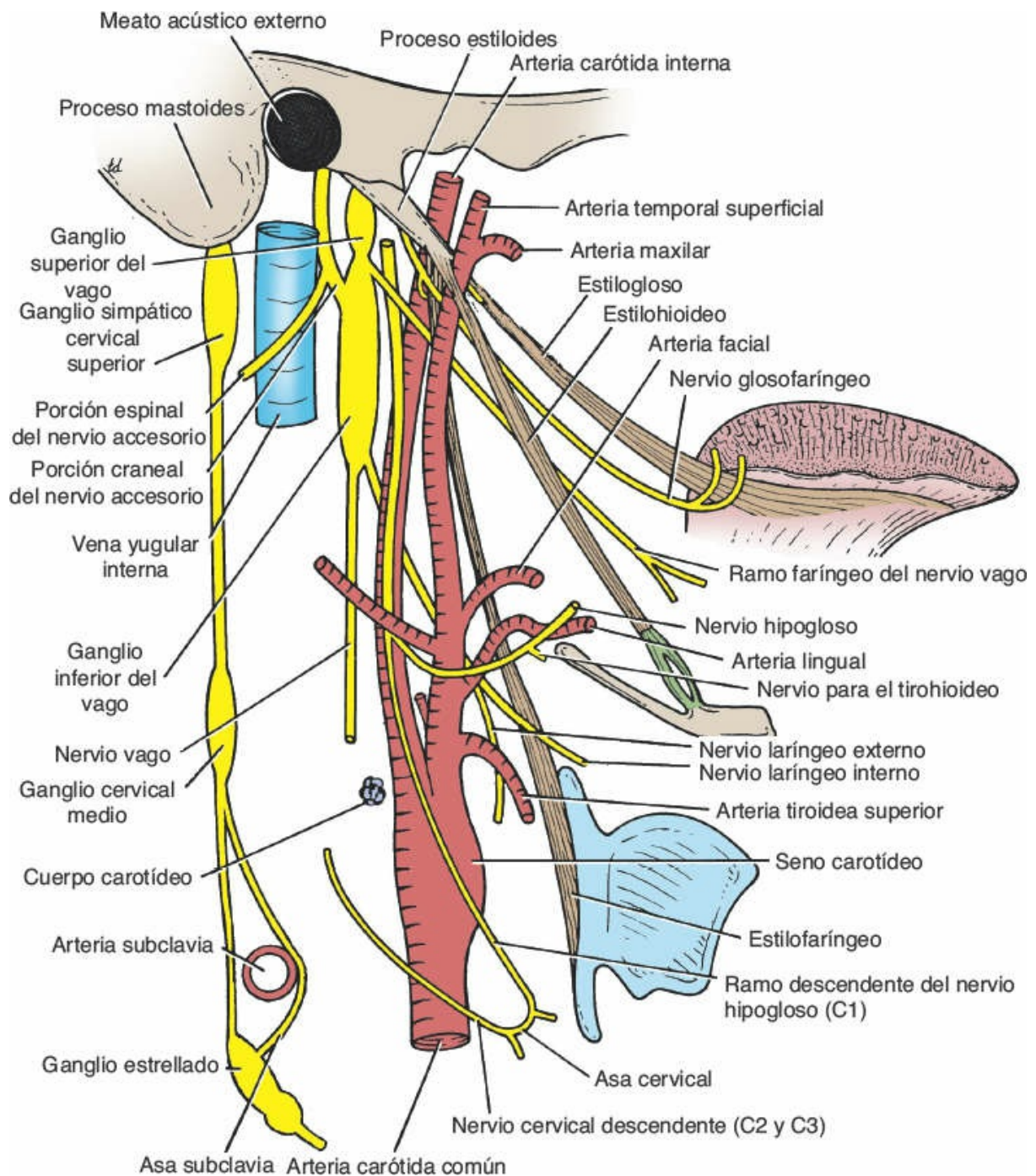


Figura 12-57. Músculos, vasos y nervios estiloides del cuello.



Notas clínicas

Hipersensibilidad del seno carotídeo

En casos de hipersensibilidad del seno carotídeo, la presión externa en uno o ambos senos carotídeos puede ocasionar la desaceleración excesiva de la frecuencia cardíaca, caída de la presión arterial e isquemia cerebral con desmayo (**síncope**).

Cuerpo carotídeo

El cuerpo carotídeo es una pequeña estructura localizada posterior a la bifurcación de la arteria carótida común o en el ángulo de la bifurcación (véase fig. 12-57). Está innervado por el nervio glosofaríngeo (y posiblemente complementado por el nervio vago). El cuerpo carotídeo es un quimiorreceptor, ya que es sensible al exceso de dióxido de carbono y a la reducción de la tensión del oxígeno en la sangre. Estos estímulos producen un incremento reflejo de la presión arterial y la frecuencia cardíaca y un aumento de la frecuencia respiratoria.



Notas clínicas

Toma del pulso carotídeo

La bifurcación de la arteria carótida común en las carótidas interna y externa puede palparse fácilmente bajo el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo a nivel del borde superior del cartílago tiroides. Es el lugar ideal para tomar el **pulso carotídeo (pulso del cuello)**.

Relaciones de la arteria carótida común

- **Anterolateralmente.** Piel, fascia, esternocleidomastoideo, esternohioideo, esternotiroides y vientre superior del omohioideo (véase fig. 12-52).
- **Posteriormente.** Procesos transversos de las cuatro vértebras cervicales inferiores, músculos prevertebrales y cadena simpática (véase fig. 12-54); vasos vertebrales en la parte inferior del cuello.
- **Medialmente.** Laringe y faringe, y por debajo de estas, tráquea y esófago (véase fig. 12-47); el lóbulo de la tiroides también se ubica medialmente.
- **Lateralmente.** Vena yugular interna y, posterolateralmente, nervio vago.

Arteria carótida externa

La arteria carótida externa es una de las ramas terminales de la arteria carótida común (véanse figs. 12-56 y 12-57). Irriga estructuras en cuello, cara y cuero cabelludo; también irriga la lengua y el maxilar. La arteria comienza a nivel del borde superior del cartílago tiroides y termina en el interior de la glándula parótida, posterior al cuello de la mandíbula, dividiéndose en las **arterias temporal superficial y maxilar**.

Cerca de su origen, la arteria emerge de su recubrimiento por parte del músculo esternocleidomastoideo, donde pueden percibirse sus pulsaciones. Inicialmente, se localiza en posición medial con respecto a la arteria carótida interna, pero a medida que asciende en el cuello, pasa posterolateral con respecto a esta.

Relaciones de la arteria carótida externa

- **Anterolateralmente.** Borde anterior del esternocleidomastoideo se superpone con el origen de la arteria. Por encima de este nivel, la arteria es

comparativamente superficial y está cubierta por la piel y la fascia. El nervio hipogloso, el vientre posterior del músculo digástrico y el estilohioideo cruzan superiormente (véase fig. 12-52). El nervio facial la cruza dentro de la glándula parótida (véase fig. 12-87). La vena yugular interna se ubica inicialmente lateral con respecto a la arteria y, después, posterior a esta.

- **Medialmente.** Pared de la faringe y la arteria carótida interna. El músculo estilofaríngeo, el nervio glossofaríngeo y el ramo faríngeo del vago pasan entre las arterias carótidas externa e interna (véase fig. 12-57). Véase la figura 12-87B para conocer las relaciones de la arteria carótida externa en la glándula parótida.

Ramas de la arteria carótida externa

- **Arteria tiroidea superior.** Se curva hacia el polo superior de la glándula tiroides (véanse figs. 12-52, 12-56 y 12-57). Emite la **arteria laríngea superior** (que perfora la membrana tirohioidea) y desciende en compañía del **nervio laríngeo externo**, que inerva el músculo cricotiroides.
- **Arteria faríngea ascendente.** Ascende verticalmente a lo largo de la pared faríngea y la irriga.
- **Arteria lingual.** Se curva anterosuperiormente e irriga la lengua.
- **Arteria facial.** Se curva superiormente cerca de la cara externa de la faringe y la tonsila (amígdala). Discurre profunda con respecto a la glándula salivar submandibular y emerge y se curva alrededor del borde inferior de la mandíbula. Luego, asciende hacia la cara cerca del borde anterior del músculo masetero. La arteria continúa superiormente alrededor del ángulo lateral de la boca y termina en el ángulo medial del ojo. Ramas de la arteria facial irrigan la tonsila (a través de la rama **tonsilar**), la glándula salivar submandibular y los músculos y la piel de la cara. En general, las arterias lingual y facial se originan en un tronco común, llamado **tronco linguofacial**.
- **Arteria occipital.** Irriga la parte posterior del cuero cabelludo.
- **Arteria auricular posterior.** Irriga el pabellón auricular y el cuero cabelludo.
- **Arteria temporal superficial.** Es la rama terminal más pequeña de la arteria carótida externa; asciende sobre el arco cigomático, donde puede palparse inmediatamente anterior a la oreja. Acompaña al nervio auriculotemporal e irriga el cuero cabelludo.
- **Arteria maxilar.** Es la mayor rama terminal de la arteria carótida externa; se extiende anteriormente profunda con respecto al cuello de la mandíbula. Discurre a lo largo de la fosa infratemporal y entra en la fosa pterigopalatina del cráneo. Sus ramas irrigan el maxilar y la mandíbula, los músculos de la masticación, la nariz, el paladar y las meninges dentro del cráneo.

La **arteria meníngea media** es una rama de la arteria maxilar; entra en el cráneo a través del foramen espinoso, discurre lateralmente y se divide en las ramas anterior y posterior (véanse figs. 12-38 y 12-130). La rama anterior es importante porque se localiza cerca del área motora de la corteza cerebral. Acompañada por su vena, produce surcos en el pterión del cráneo, donde es

propensa a lesionarse tras un golpe en la cabeza.

Arteria carótida interna

La arteria carótida interna comienza en la bifurcación de la arteria carótida común a nivel del borde superior del cartílago tiroides (véanse figs. 12-52 y 12-56). Irriga el encéfalo, el ojo, la frente y parte de la nariz. La arteria asciende en el cuello rodeada por la vaina carotídea, junto con la vena yugular interna y el nervio vago. Inicialmente es superficial; después pasa profunda con respecto a la glándula salivar parótida (véanse figs. 12-57 y 12-87B).

La arteria carótida interna sale del cuello y pasa a la cavidad craneal a través del **canal carotídeo** en la porción petrosa del hueso temporal. A continuación, discurre anterosuperiormente en el **seno venoso cavernoso** (sin comunicarse con este). Después, la arteria sale del seno y pasa de nuevo superiormente, medial con respecto al proceso clinoides anterior del hueso esfenoides. Después, se inclina posteriormente, lateral al quiasma óptico, y termina dividiéndose en las **arterias cerebrales anterior y media** (véase fig. 12-33).

Relaciones en el cuello de la arteria carótida interna

- **Anterolateralmente.** Inferiores al digástrico se ubican la piel, la fascia, el borde anterior del esternocleidomastoideo y el nervio hipogloso (véase fig. 12-52). Superiores al digástrico se ubican el músculo estilohioideo, el músculo estilofaríngeo, el nervio glossofaríngeo, el ramo faríngeo del vago, la parótida y la arteria carótida externa (véanse figs. 12-57 y 12-87B).
- **Posteriormente.** Cadena simpática, músculo largo de la cabeza y procesos transversos de las tres vértebras cervicales superiores.
- **Medialmente.** Pared de la faringe y nervio laríngeo superior.
- **Lateralmente.** Vena yugular interna y nervio vago.

Ramas de la carótida interna

Aunque no hay ramas en el cuello, muchas ramas importantes nacen en la cavidad craneal.

Arteria oftálmica. Se origina a partir de la arteria carótida interna cuando emerge del seno cavernoso (véanse figs. 12-31 y 12-38), pasa anteriormente a la cavidad orbitaria a través del canal óptico y se distribuye por toda la órbita. Emite la **arteria central de la retina**, que entra en el nervio óptico y discurre anteriormente para entrar en el globo ocular. La arteria central es una arteria terminal y la única fuente de vascularización de la retina.

Arteria comunicante posterior. Esta arteria discurre posteriormente para unirse a la arteria cerebral posterior (véase fig. 12-33).

Arteria cerebral anterior. Es una rama terminal de la arteria carótida interna. Discurre anteriormente entre los hemisferios cerebrales y luego rodea el cuerpo calloso para irrigar las caras medial y superolateral de los hemisferios cerebrales. Se conecta con la arteria del lado opuesto a través de la **arteria comunicante anterior**.



Notas clínicas

Arterioesclerosis de la arteria carótida interna

La arterioesclerosis grave de la arteria carótida interna en el cuello puede causar deficiencia visual o ceguera del ojo en el lado de la lesión debido a una reducción del flujo de sangre para la arteria retiniana. También puede producirse parálisis motora o pérdida sensitiva en el lado opuesto del cuerpo debido a una reducción del flujo sanguíneo a través de la arteria cerebral media.

Arteria cerebral media. Esta es la mayor rama terminal de la arteria carótida interna, y se extiende lateralmente en el surco cerebral lateral del encéfalo. Irriga toda la cara lateral del hemisferio cerebral, excepto la franja estrecha a lo largo del borde superolateral (que es irrigado por la arteria cerebral anterior) y el polo occipital y la cara inferolateral del hemisferio (irrigados por la arteria cerebral posterior). La arteria cerebral media, por lo tanto, irriga toda el área motora de la corteza cerebral, excepto el área de los miembros inferiores. También emite ramas centrales que irrigan masas centrales de sustancia gris y la cápsula interna del encéfalo.

Círculo arterial cerebral (polígono de Willis). El círculo arterial cerebral es una red arterial aproximadamente circular que rodea la silla turca en la base del encéfalo. Está formado por anastomosis entre las ramas de las dos arterias carótidas internas y las dos arterias vertebrales (véase [fig. 12-33](#)). La carótida interna aporta a la red arterial las arterias **comunicante anterior**, **cerebral anterior**, **cerebral media** y **comunicante posterior**. Las arterias vertebrales se unen para formar una única **arteria basilar**, que se divide en las **arterias cerebrales posteriores**. Estas se anastomosan con las arterias comunicantes posteriores para completar el círculo. Las ramas corticales y centrales se originan en el círculo e irrigan el encéfalo.

Sistema subclavio

El sistema subclavio está formado por las dos arterias subclavias y sus ramas. Al igual que con las arterias carótidas comunes, las subclavias tienen diferentes orígenes en los lados derecho e izquierdo (véase [cap. 5](#)).

Arteria subclavia

La **arteria subclavia derecha** se origina a partir de la arteria braquio cefálica, posterior a la articulación esternoclavicular derecha (véanse [figs. 5-45](#), [12-54](#) y [12-56](#)). Se arquea superiormente sobre la pleura y a través del triángulo interescalénico entre los músculos escalenos anterior y medio. En el borde exterior de la primera costilla, se convierte en la **arteria axilar**.

La **arteria subclavia izquierda** nace en el arco (cayado) aórtico en el tórax. Ascende a la raíz del cuello y luego se arquea lateralmente de manera similar como lo hace la arteria subclavia derecha.

El músculo escaleno anterior pasa por delante de la arteria a cada lado y la

divide en tres porciones.

Primera porción de la arteria subclavia

La primera porción de la arteria subclavia se extiende desde el origen de la arteria hasta el borde medial del músculo escaleno anterior (véase [fig. 12-54](#)). Esta porción emite la **arteria vertebral**, el **tronco tirocervical** y la **arteria torácica interna**.

La **arteria vertebral** asciende en el cuello a través de los forámenes en los procesos transversos de las seis vértebras cervicales superiores, dando origen a ramas espinales y musculares a lo largo de su trayecto. Pasa medialmente por encima del arco posterior del atlas y luego asciende a través del foramen magno hacia el cráneo. Al alcanzar la cara anterior de la médula oblongada a nivel del borde inferior del puente, se une al vaso del lado opuesto para formar la **arteria basilar**.

La arteria basilar (véase [fig. 12-33](#)) asciende en un surco en la cara anterior del puente. Emite ramas al puente, el cerebelo y el oído interno. Finalmente, se divide en las dos **arterias cerebrales posteriores**.

A cada lado, la arteria cerebral posterior se curva posterolateralmente alrededor del mesencéfalo. Las ramas corticales irrigan las caras inferolaterales del lóbulo temporal y la corteza visual en las caras lateral y medial del lóbulo occipital.

El **tronco tirocervical** es un tronco corto que da origen a tres ramas terminales: la arteria tiroidea inferior, la cervical transversa y la supraescapular (véase [fig. 12-54](#)).

La **arteria tiroidea inferior** asciende hacia la cara posterior de la glándula tiroides, donde está estrechamente relacionada con el nervio laríngeo recurrente. Irriga la tiroides y las glándulas paratiroides inferiores.

La **arteria cervical transversa** es una pequeña rama que cruza el plexo braquial y se extiende hacia el músculo trapecio.

La **arteria supraescapular** se extiende lateralmente sobre el plexo braquial y acompaña al nervio supraescapular hasta la cara posterior de la escápula.

La **arteria torácica interna** desciende hacia el tórax posterior al primer cartilago costal y anterior a la pleura. Desciende verticalmente un dedo lateral con respecto al esternón. En el sexto espacio intercostal, se divide en las arterias epigástrica superior y musculofrénica.

Segunda porción de la arteria subclavia

La segunda porción de la arteria subclavia se localiza posterior al músculo escaleno anterior, dentro del triángulo interescalénico.

El **tronco costocervical** es la única rama de la segunda porción. Discurre posteriormente sobre la cúpula de la pleura y se divide en la **arteria intercostal suprema**, que irriga los espacios intercostales primero y segundo, y la **arteria cervical profunda**, que irriga los músculos cervicales profundos.

Tercera porción de la arteria subclavia

La tercera porción de la arteria subclavia se extiende desde el borde lateral del músculo escaleno anterior, a través del triángulo posterior del cuello, hasta el borde lateral de la primera costilla, donde se convierte en la arteria axilar. Aquí, en la raíz del cuello, está estrechamente relacionada con los nervios del plexo braquial.

La tercera porción de la arteria subclavia no suele emitir ramas. Sin embargo, en ocasiones la arteria cervical transversa o la arteria supraescapular se originan en esta porción.



Notas clínicas

Palpación y compresión de la arteria subclavia en pacientes con hemorragia en el miembro superior

En los accidentes traumáticos graves en el miembro superior que incluyen la laceración de las arterias braquiales o axilares, es importante recordar que ejercer una fuerte presión posteroinferior en la tercera porción de la arteria subclavia puede detener la hemorragia. El uso de un objeto romo para ejercer la presión es de gran ayuda, y la arteria se comprime contra la cara superior de la primera costilla.

VENAS DE LA CABEZA Y EL CUELLO

Las venas de la cabeza y el cuello están organizadas en dos grupos: **venas intracraneales**, dentro del cráneo, y **venas extracraneales**, fuera de este.

Venas intracraneales

Las venas intracraneales incluyen las venas del encéfalo, los senos venosos duros, las venas diploicas y las venas emisarias.

Venas del encéfalo

Las venas del encéfalo son de paredes finas y no tienen válvulas. Se trata de las venas cerebrales, las venas cerebelosas y las venas del tronco encefálico; todas ellas drenan hacia los senos venosos duros adyacentes.

Senos venosos duros

Los senos duros están situados entre las capas endóstica y meníngea de la duramadre (véase [fig. 12-2](#)). Tienen paredes gruesas y fibrosas, pero carecen de válvulas. Reciben tributarias del encéfalo, los huesos del cráneo, las órbitas y el oído interno. Los senos duros incluyen los senos sagitales superior e inferior, recto, transverso, sigmoideo, occipital, cavernoso y petrosos superior e inferior. Todos estos senos se han descrito anteriormente en este capítulo.

Venas diploicas

Las venas diploicas ocupan canales dentro de los huesos de la bóveda craneal.

Venas emisarias

Las emisarias son venas sin válvulas que pasan a través de los huesos del cráneo. Conectan los senos duros con las venas extracraneales. Si bien la dirección del flujo venoso por las venas emisarias suele ser de los vasos intracraneales a los extracraneales, la ausencia de válvulas en las venas emisarias crea la posibilidad de una inversión del flujo. Por lo tanto, las venas emisarias son importantes vías potenciales de propagación de infecciones desde el exterior hacia la cavidad craneal.

Venas extracraneales

Las venas extracraneales incluyen las venas del cuero cabelludo, la cara y el cuello.

Vena facial

La **vena facial** se forma en el ángulo medial del ojo por la unión de las **venas supraorbitaria** y **supratroclear** (véase [fig. 12-19D](#)). Está conectada con el seno cavernoso a través de la **vena oftálmica superior**. La vena facial desciende por la cara con la arteria facial, y pasa alrededor del ángulo de la boca. Luego cruza sobre la mandíbula, se une con la **división anterior de la vena retromandibular** y drena en la **vena yugular interna**.

Vena temporal superficial

La vena temporal superficial se forma en la cara lateral del cuero cabelludo. Acompaña a la arteria temporal superficial y al nervio auriculotemporal y penetra en la glándula parótida, donde se une con la **vena maxilar** para formar la **vena retromandibular**.

Vena maxilar

La vena maxilar se forma en la fosa infratemporal a partir del **plexo venoso pterigoideo**. La vena maxilar se une a la vena temporal superficial para formar la vena retromandibular.

Vena retromandibular

La vena retromandibular está formada por la unión de las **venas temporal superficial** y **maxilar**. Al salir de la glándula salivar parótida, se divide en una **rama anterior**, que se une a la vena facial, y una **rama posterior**, que se une a la **vena auricular posterior** para formar la **vena yugular externa**.

Vena yugular externa

La vena yugular externa se forma por detrás del ángulo de la mandíbula por la

unión de la **vena auricular posterior** con la **división posterior de la vena retromandibular**. Desciende a través del músculo esternocleidomastoideo y profunda con respecto al músculo platisma, y drena en la **vena subclavia** por detrás del tercio medio de la clavícula.

Tributarias

- **Vena yugular externa posterior** desde la parte posterior del cuero cabelludo.
- **Vena cervical transversa** desde la piel y la fascia sobre el triángulo posterior.
- **Vena supraescapular** desde la cara posterior de la escápula.
- **Vena yugular anterior**.

Vena yugular anterior

La vena yugular anterior desciende por la cara anterior del cuello cerca de la línea media. Inmediatamente por encima del esternón, se une a la vena opuesta a través del **arco venoso yugular**. La vena yugular anterior se une a la **vena yugular externa** en la profundidad del músculo esternocleidomastoideo.

Vena yugular interna

La yugular interna es una gran vena que recibe sangre del encéfalo, el cuero cabelludo, la cara y el cuello. Comienza como una continuación del **seno sigmoideo** y sale del cráneo a través del **foramen yugular**. Luego desciende a través del cuello en la vaina carotídea, lateral con respecto al nervio vago y las arterias carótidas interna y común. Termina uniéndose a la **vena subclavia** por detrás del extremo medial de la clavícula para formar la **vena braquiocefálica**. A lo largo de su trayecto, está estrechamente relacionada con los **nódulos linfáticos cervicales profundos**.

La vena tiene una dilatación en su extremo superior llamada **bulbo superior** y otra cerca de su terminación, denominada **bulbo inferior**. Directamente superior al bulbo inferior se ubica una válvula bicúspide.

Relaciones de la vena yugular interna

- **Anterolateralmente.** Piel, fascia, esternocleidomastoideo y glándula salivar parótida. Su parte inferior está cubierta por los músculos esternotiroideo, esternohioideo y omohioideo, que se interponen entre la vena y el esternocleidomastoideo (véase [fig. 12-52](#)). Más arriba, la cruzan el estilohioideo, el vientre posterior del digástrico y la porción espinal del nervio accesorio. La cadena de nódulos linfáticos cervicales profundos discurre junto a la vena.
- **Posteriormente.** Procesos transversos de las vértebras cervicales, elevador de la escápula, escaleno medio, escaleno anterior, plexo cervical, nervio frénico, tronco tirocervical, vena vertebral y primera porción de la arteria subclavia (véase [fig. 12-54](#)). En el lado izquierdo, pasa anterior al conducto torácico.
- **Medialmente.** Superiormente se ubican la arteria carótida interna y los nervios

craneales IX, X, XI y XII. Inferiormente se hallan la arteria carótida común y el nervio vago.

Tributarias de la vena yugular interna

- **Seno petroso inferior**
- **Vena facial**
- **Venas faríngeas**
- **Vena lingual**
- **Vena tiroidea superior**
- **Vena tiroidea media**

Vena subclavia

La vena subclavia es una continuación de la **vena axilar** en el borde externo de la primera costilla (véase [fig. 12-54](#)). Se une a la **vena yugular interna** para formar la **vena braquiocefálica**, y recibe a la vena yugular externa. Además, a menudo recibe el **conducto torácico** en el lado izquierdo y el conducto linfático derecho en el derecho.

Relaciones

- **Anteriormente.** Clavícula.
- **Posteriormente.** Músculo escaleno anterior y nervio frénico.
- **Inferiormente.** Cara superior de la primera costilla.



Notas clínicas

Heridas penetrantes de la vena yugular interna

La hemorragia de sangre venosa a baja presión en el tejido conjuntivo laxo debajo de la capa de revestimiento de la fascia cervical profunda puede presentarse como un gran hematoma de expansión lenta. La embolia aérea es la complicación grave de una laceración en la pared de la vena yugular interna. Dado que la pared de esta gran vena contiene escaso músculo liso, su lesión no se sigue de contracción y retracción, como ocurre con las lesiones arteriales. Además, la adventicia de la pared de la vena está unida a la fascia profunda de la vaina carotídea, lo que dificulta el colapso de la vena. El pinzamiento a ciegas de la vena no está permitido porque los nervios vago e hipoglosos están muy próximos a esta.

Cateterismo de la vena yugular interna

La vena yugular interna tiene una posición significativamente constante. Desciende por el cuello siguiendo una línea desde el punto medio entre el vértice del proceso mastoideo y el ángulo de la mandíbula hasta la articulación esternoclavicular. Superiormente, el borde anterior del músculo esterno cleido mastoideo se superpone a esta, e inferiormente este mismo músculo la cubre lateralmente. Justo por encima de la articulación esternoclavicular, la vena se localiza por debajo de una depresión cutánea (la **fosa supraclavicular menor**) entre las cabezas esternal y clavicular del músculo esternocleidomastoideo y la clavícula. En el abordaje posterior, la punta de la aguja y el catéter se introducen en la vena unos dos dedos por encima de la clavícula, en el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo ([fig. 12-58](#)). En el abordaje anterior, con la cabeza del paciente rotada hacia el lado opuesto, se identifica la fosa supraclavicular menor. Normalmente, una depresión cutánea poco profunda se superpone al triángulo. La aguja y el catéter se introducen

caudalmente en la vena en el vértice del triángulo.

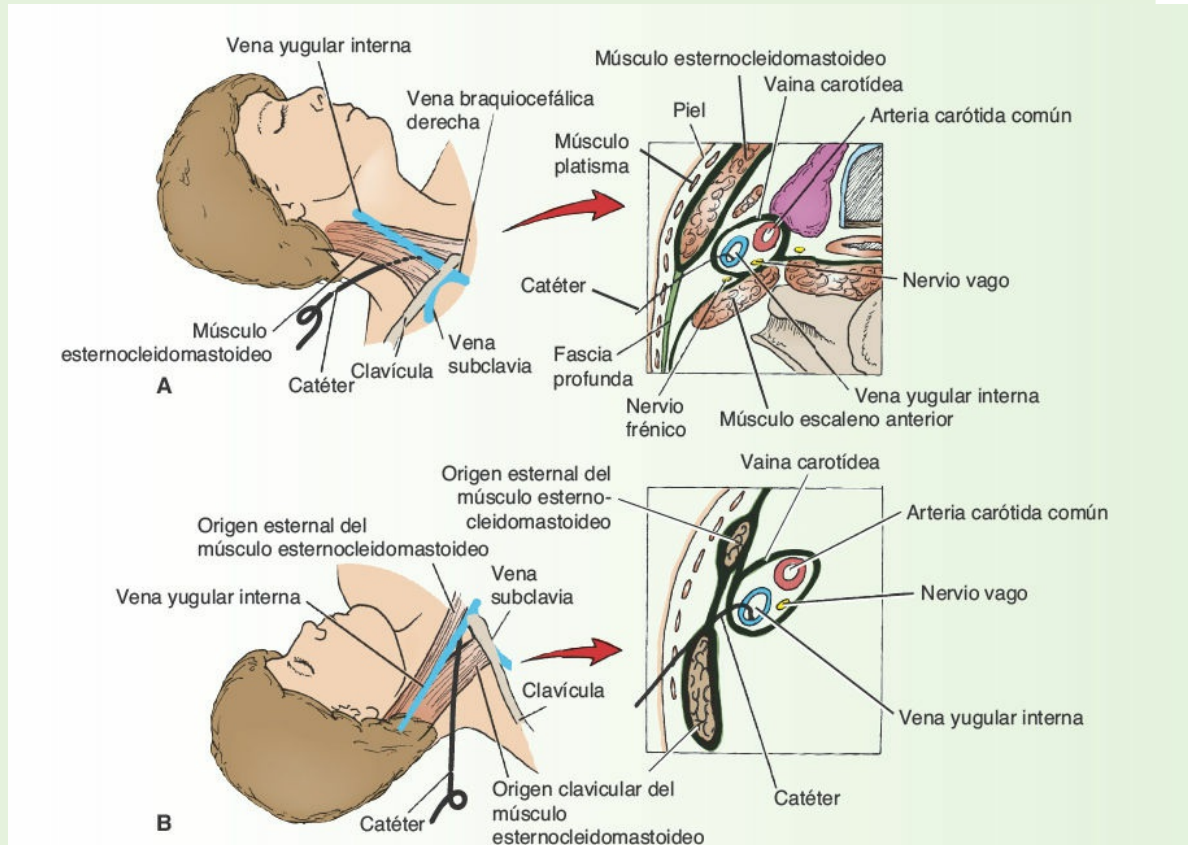


Figura 12-58. Cateterismo de la vena yugular interna derecha. **A.** Abordaje posterior. Obsérvese la posición del catéter con respecto al músculo esternocleidomastoideo y la arteria carótida común. **B.** Abordaje anterior. Nótese que el catéter se introduce en la vena cerca del vértice del triángulo formado por las cabezas esternal y clavicular del músculo esternocleidomastoideo y la clavícula.



Notas clínicas

Trombosis de la vena subclavia

La trombosis espontánea de las venas subclavas o axilares ocurre ocasionalmente después del empleo excesivo y no habitual del brazo en la articulación del hombro. La relación cercana de estas venas con la primera costilla y la clavícula, así como la posibilidad de traumatismos menores repetidos de estas estructuras, son probablemente factores para su desarrollo.

La trombosis secundaria de las venas subclavas o axilares es una complicación frecuente del uso de un catéter venoso permanente. Aunque en muy raras ocasiones, también puede aparecer después de una mastectomía radical con una disección en bloque de los nódulos linfáticos de la axila. El dolor persistente, la pesadez o el edema del miembro superior, especialmente después del ejercicio, son complicaciones de esta afección.

Anatomía del cateterismo de la vena subclavia

La vena subclavia se localiza en el ángulo anteroinferior del triángulo posterior del cuello (fig. 12-59), donde yace inmediatamente posterior al tercio medial de la clavícula.

Abordaje infraclavicular

Dado que la vena subclavia se localiza cerca de la superficie inferior del tercio medial de la

clavícula, es un sitio relativamente seguro para realizar el cateterismo. La vena está ubicada ligeramente más medial en el lado izquierdo que el derecho.

Anatomía del procedimiento

La aguja debe introducirse a través de la piel inmediatamente por debajo del borde inferior de la clavícula, en la unión del tercio medial y los dos tercios externos, coincidiendo con el borde posterior del origen de la cabeza clavicular del músculo esternocleidomastoideo en el borde superior del clavícula. La aguja penetra las siguientes estructuras:

- Piel
- Fascia superficial
- Músculo pectoral mayor (cabeza clavicular)
- Fascia clavipectoral y músculo subclavio
- Pared de la vena subclavia

La aguja debe apuntar posterosuperiormente, hacia la mitad de la escotadura supraesternal.

Anatomía de los problemas

- **Tocar la clavícula.** La aguja puede deslizarse a lo largo de la cara inferior de la clavícula hasta que alcanza su borde posterior.
- **Tocar la primera costilla.** La aguja puede tocar la primera costilla si está apuntando inferiormente y no superiormente.
- **Tocar la arteria subclavia.** Una resistencia pulsátil y un flujo de sangre rojo brillante indican que la aguja ha pasado por detrás del músculo escaleno anterior y ha perforado la arteria subclavia.

Anatomía de las complicaciones

Véase la [figura 12-59](#).

- **Neumotórax.** La aguja puede perforar la cúpula cervical de la pleura, permitiendo que el aire entre en la cavidad pleural. Esta complicación es más frecuente en los niños, en quienes la reflexión pleural es más alta que en los adultos.
- **Hemotórax.** El catéter puede perforar la pared posterior de la vena subclavia y la pleura.
- **Punción de la arteria subclavia.** La aguja puede perforar la pared de la arteria durante su inserción.
- **Lesión de una arteria torácica interna.** Puede haber hemorragia en el mediastino superior.
- **Parálisis diafragmática.** Ocurre cuando la aguja daña el nervio frénico.

Procedimiento en la infancia

La aguja perfora la piel en el surco deltopectoral a unos 2 cm de la clavícula. El catéter se introduce debajo de la piel para entrar en la vena subclavia en el punto de cruce de la clavícula y la primera costilla. El abordaje más oblicuo en los niños disminuye al mínimo las probabilidades de perforar la arteria subclavia.

Abordaje supraclavicular

Muchos prefieren este abordaje (véase [fig. 12-59](#)) por las siguientes razones anatómicas:

- El sitio de penetración de la pared de la vena es mayor, ya que se localiza en la unión de la vena yugular interna y la vena subclavia, lo que facilita el procedimiento.
- La aguja apunta inferomedialmente hacia el mediastino, lejos de la pleura, evitando la complicación del neumotórax.
- El trayecto del catéter es más directo hacia la vena braquiocefálica y la vena cava superior.

Anatomía del procedimiento

Con el paciente en la posición de Trendelenburg (posición supina con la cabeza más baja que los pies) o la posición supina simple y la cabeza rotada hacia el lado opuesto, se palpa el borde posterior del origen clavicular del músculo esternocleidomastoideo. La aguja se introduce a través de la piel en el sitio de unión del borde posterior del origen clavicular del esternocleidomastoideo con el borde superior de la clavícula. En este punto, la aguja se localiza lateral al borde lateral del músculo escaleno anterior y superior a la primera costilla. La aguja penetra las siguientes estructuras:

- Piel
- Fascia superficial y platisma
- Capa de revestimiento de la fascia cervical profunda
- Pared de la vena subclavia

La aguja se dirige inferiormente en la dirección del pezón opuesto. La aguja entra en la unión de la vena yugular interna y la vena subclavia. Es importante que el operador comprenda que la pleura no está siendo penetrada y que es posible que la aguja se ubique en una zona entre la pared torácica y la cúpula cervical de la pleura parietal, pero fuera del espacio (cavidad) pleural.

Complicaciones anatómicas

Estas son las posibles complicaciones como resultado del daño a las estructuras anatómicas adyacentes:

- **Parálisis diafragmática.** Se debe a la lesión en el nervio frénico a medida que desciende hacia la vena yugular interna en la superficie del músculo escaleno anterior.
- **Neumotórax o hemotórax.** Esta alteración es causada por el daño a la pleura o la arteria torácica interna por la dirección posteroinferior de la aguja.
- **Lesión del plexo braquial.** Se debe a que la aguja pasa posteriormente a las raíces o troncos del plexo.

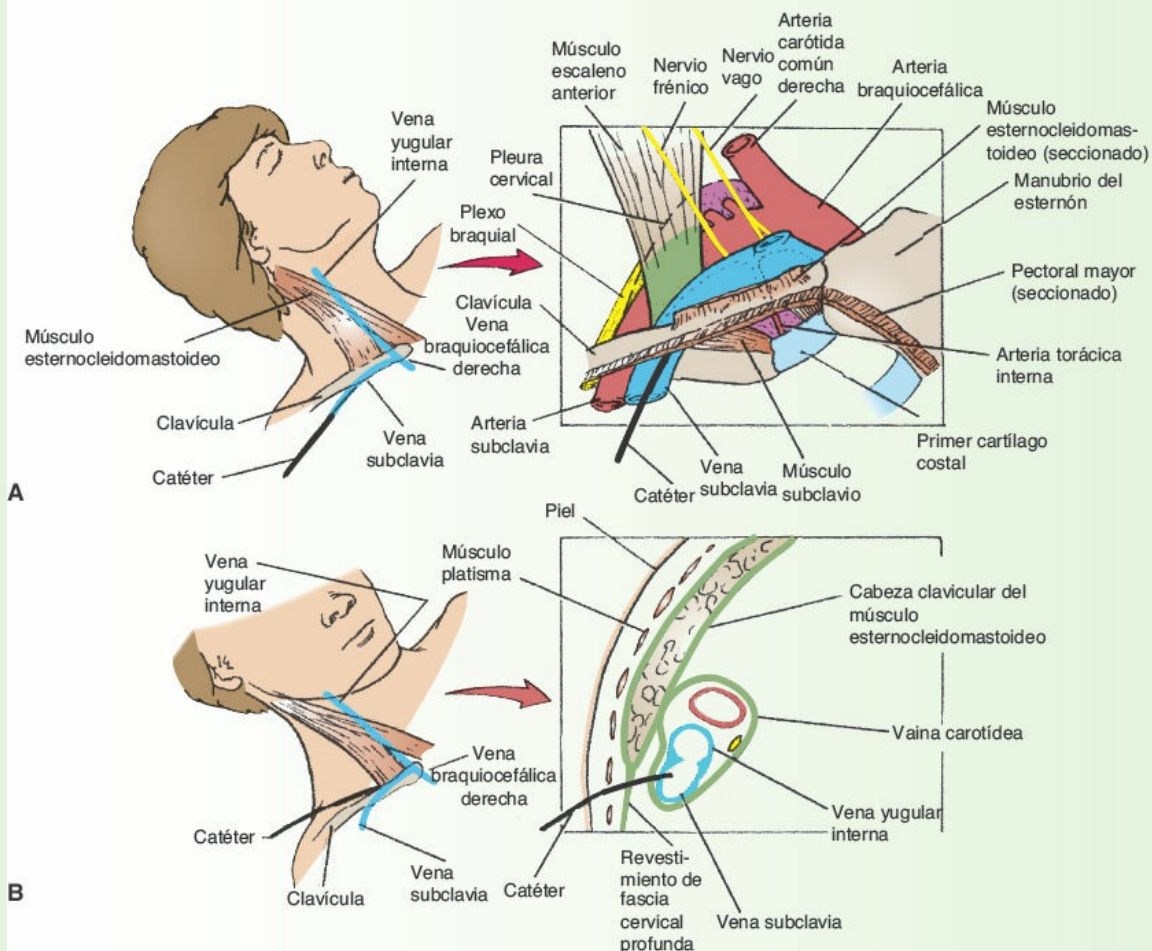


Figura 12-59. Cateterismo de la vena subclavia. **A.** Abordaje infraclavicular. Obsérvense las muchas estructuras anatómicas importantes ubicadas en esta región. **B.** Abordaje supraclavicular. El catéter ingresa en la vena subclavia cerca de su unión con la vena yugular interna para formar la vena braquiocefálica.

DRENAJE LINFÁTICO DE LA CABEZA Y EL CUELLO

Los nódulos linfáticos de la cabeza y el cuello (véase fig. 11-40) están dispuestos en tres grupos: 1) un **collar pericervical** que se extiende desde por debajo del mentón hasta el dorso de la cabeza, 2) un **grupo cervical regional** ubicado en el cuello propiamente dicho, y 3) un **grupo terminal profundo** incluido en la vaina carotídea en el cuello (véanse figs. 12-17 y 12-52).

Collar pericervical de nódulos linfáticos

Este collar es una serie de grupos regionales de nódulos dispuestos en forma de anillo alrededor de la unión de la cabeza y el cuello. Los tejidos superficiales de la cabeza drenan en grupos situados en el cuello o directamente en los nódulos cervicales superficiales. En esencia, los tejidos drenan hacia el grupo nodular

más cercano. No hay vasos ni nódulos linfáticos en la cavidad craneal o la órbita. Los nódulos linfáticos pericervicales están dispuestos de la siguiente manera:

- **Nódulos occipitales.** Ubicados sobre el hueso occipital en la parte posterior del cráneo, reciben linfa de la parte posterior del cuero cabelludo.
- **Nódulos mastoideos (retroauriculares).** Situados por detrás de la oreja sobre el proceso mastoideo, reciben la linfa del cuero cabelludo por encima de la oreja, la propia oreja y el meato auditivo externo.
- **Nódulos parotídeos.** Ubicados sobre o dentro de la glándula salivar parótida, reciben linfa del cuero cabelludo por encima de la parótida, los párpados, la propia parótida, la oreja y el meato acústico externo.
- **Nódulos bucales (faciales).** Uno o dos nódulos se localizan en la mejilla sobre el músculo buccinador. Drenan la linfa que finalmente pasa hacia los nódulos submandibulares.
- **Nódulos submandibulares.** Ubicados superficiales con respecto a la glándula salivar submandibular, justo por debajo del borde inferior de la mandíbula, reciben linfa desde la parte frontal del cuero cabelludo, la nariz, las mejillas, el labio superior y el labio inferior (excepto la parte central), los senos frontal, maxilar y etmoidal, los dientes superiores e inferiores (excepto los incisivos inferiores), los dos tercios anteriores de la lengua (excepto la punta), el suelo de la boca y el vestíbulo, y las encías.
- **Nódulos submentonianos.** Localizados en el triángulo submentoniano inmediatamente inferiores al mentón, drenan la linfa desde la punta de la lengua, el suelo de la parte anterior de la boca, los dientes incisivos, la porción central del labio inferior y la piel sobre el mentón.

Nódulos de la región cervical

Se trata de grupos regionales de nódulos ubicados en una serie más o menos vertical en el cuello. Obtienen el drenaje linfático del collar pericervical y los tejidos superficiales y profundos del cuello. Los nódulos cervicales regionales son:

- **Nódulos cervicales anteriores.** Se localizan a lo largo del trayecto de las venas yugulares anteriores en la cara anterior del cuello. Reciben la linfa de la piel y los tejidos superficiales de la cara anterior del cuello.
- **Nódulos cervicales superficiales.** Se localizan a lo largo de la vena yugular externa en la cara lateral del cuello. Drenan la linfa de la piel sobre el ángulo de la mandíbula, la piel sobre la parte inferior de la glándula parótida y el lóbulo de la oreja.
- **Nódulos retrofaríngeos.** Se ubican posteriores a la faringe y anteriores a la columna vertebral. Reciben la linfa de la nasofaringe, la tuba (trompa) auditiva y la columna vertebral.
- **Nódulos laríngeos.** Se hallan anteriores a la laringe. Reciben la linfa de la laringe.

- **Nódulos traqueales (paratraqueales).** Se localizan junto a la tráquea. Reciben la linfa de las estructuras adyacentes, incluida la glándula tiroides.

Nódulos cervicales profundos

Los nódulos cervicales profundos forman una cadena vertical a lo largo del trayecto de la vena yugular interna, dentro de la vaina carotídea, desde la base del cráneo hasta la raíz del cuello (véanse figs. 12-17, 12-47 y 12-52). Reciben la linfa de todos los grupos de nódulos regionales y, como tales, son el grupo terminal de nódulos del cuello. El **nódulo yugulodigástrico**, ubicado posteroinferior con respecto al ángulo de la mandíbula, está relacionado principalmente con el drenaje de las tonsilas (amígdalas) y la lengua. El nódulo **yuguloomohioideo**, cerca del músculo omohioideo, se asocia principalmente con el drenaje de la lengua.

Los vasos linfáticos eferentes de los nódulos cervicales profundos se unen para formar los **troncos yugulares** (véase fig. 12-17). El tronco yugular izquierdo suele drenar en el **conducto torácico**. El tronco yugular derecho drena en el **conducto linfático derecho** o independientemente en la región de formación de la vena braquiocefálica derecha.



Notas clínicas

Relevancia clínica de los nódulos linfáticos cervicales

El drenaje linfático de un órgano o región es de gran relevancia clínica. En la exploración de un paciente, puede encontrarse un nódulo linfático agrandado. Es tarea de los clínicos determinar la causa y conocer el área del cuerpo que drena su linfa en un nódulo en particular. Por ejemplo, un nódulo submandibular agrandado puede deberse a una alteración en el cuero cabelludo, la cara, el seno maxilar o la lengua. Un diente infectado en el maxilar superior o inferior puede ser la causa. A menudo, un médico tiene que examinar de forma sistemática todas las áreas que se sabe drenan en un nódulo para así descubrir la causa.

Examen de los nódulos linfáticos cervicales profundos

Los nódulos linfáticos del cuello deben explorarse desde detrás del paciente. El examen resulta más fácil solicitando al sujeto que flexione ligeramente el cuello para reducir la tensión de los músculos. Los grupos de nódulos deben examinarse en un orden definido para evitar omitirlos. Si se identifican nódulos linfáticos agrandados, deben evaluarse los posibles sitios de infección o crecimiento neoplásico, como la cara, el cuero cabelludo, la lengua, la boca, las tonsilas (amígdalas) y la faringe.

Metástasis carcinomatosas en los nódulos linfáticos cervicales profundos

En la cabeza y el cuello, toda la linfa drena finalmente en el grupo de los nódulos cervicales profundos. En estos nódulos, son usuales las diseminaciones carcinomatosas secundarias. El tumor primario puede ser fácil de encontrar. No obstante, en ciertos sitios anatómicos, el crecimiento primario puede ser pequeño y por lo tanto, pasarse por alto, como por ejemplo, en la laringe, la faringe, la porción cervical del esófago y el meato acústico externo. Los bronquios, las mamas y el estómago son a veces el sitio del tumor primario. En estos casos, el crecimiento secundario se ha extendido mucho más allá de los nódulos linfáticos locales.

Cuando aparecen metástasis cervicales, en general se opta por una **disección en bloque**

(**vaciamiento**) de los nódulos cervicales. Este procedimiento implica la resección en bloque de la vena yugular interna, la fascia, los nódulos linfáticos y la glándula salivar submandibular. El objetivo de la cirugía es extirpar todos los tejidos linfáticos del lado afectado del cuello. Las arterias carótidas y el nervio vago se conservan cuidadosamente. A menudo, es necesario sacrificar los nervios hipogloso y vago, que pueden estar comprometidos con diseminación cancerosa. En pacientes con diseminación bilateral, puede ser necesaria una disección en bloque o vaciamiento bilateral. Se requiere un intervalo de 3-4 semanas antes de extirpar la segunda vena yugular interna.

NERVIOS CRANEALES

Doce pares de nervios craneales se originan desde el encéfalo y la médula espinal craneal y pasan a través de los forámenes craneales (véase [fig. 12-33](#)). Estos nervios se identifican por su nombre o con números romanos con la abreviatura NC (nervio craneal; p. ej., NC I identifica al nervio olfatorio). Los nervios craneales son los siguientes:

- I. Olfatorio
- II. Óptico
- III. Oculomotor
- IV. Troclear
- V. Trigémino
- VI. *Abducens*
- VII. Facial
- VIII. Vestibulococlear
- IX. Glosofaríngeo
- X. Vago
- XI. Espinal accesorio
- XII. Hipogloso

Los nervios olfatorio (NC I), óptico (NC II) y vestibulococlear (NC VIII) son completamente sensoriales. Los nervios oculomotor (NC III), troclear (NC IV), *abducens* (NC VI), accesorio (NC XI) e hipogloso (NC XII) son completamente motores. El resto de los nervios son mixtos. En la [tabla 12-6](#) se resumen los diferentes componentes de los nervios craneales, sus funciones y las aberturas en el cráneo a través de los cuales salen de la cavidad craneal.

Nervio olfatorio (NC I)

Los nervios olfatorios se originan en **neuronas receptoras olfatorias** en la mucosa olfatoria. La mucosa olfatoria se ubica en la parte superior de la cavidad nasal por encima del nivel del cornete (concha) nasal superior ([fig. 12-60A](#)). Los haces de estas fibras nerviosas olfatorias pasan a través de los orificios de la lámina cribosa del hueso etmoides para entrar en el **bulbo olfatorio** en la cavidad craneal. El bulbo olfatorio está conectado al área olfatoria de la corteza cerebral mediante el **tracto olfatorio** (véase [fig. 12-33](#)).

Nervio óptico (NC II)

El nervio óptico está compuesto por los axones de las células de la capa **ganglionar de la retina**. El nervio óptico emerge de la parte posterior del globo ocular y deja la cavidad orbitaria a través del canal óptico para entrar en la cavidad craneal (véase [fig. 12-60B](#)). El nervio óptico luego se une con el del lado opuesto para formar el **quiasma óptico**.

En el quiasma, las fibras de la mitad medial de cada retina cruzan la línea media y entran en el tracto óptico del lado opuesto, mientras que las fibras de la mitad lateral de cada retina pasan posteriormente en el tracto óptico del mismo lado. La mayoría de las fibras del tracto óptico terminan haciendo sinapsis con neuronas del cuerpo geniculado lateral. Algunas fibras pasan al núcleo pretectal y al colículo superior y se relacionan con los reflejos luminosos.

Los axones de las neuronas del cuerpo geniculado lateral pasan posteriormente como radiaciones ópticas y terminan en la corteza visual del hemisferio cerebral.

Nervio oculomotor (NC III)

El nervio oculomotor emerge en la cara anterior del mesencéfalo ([fig. 12-61A](#); véase también [fig. 12-33](#)). Discurre anteriormente entre las arterias cerebral posterior y cerebelosa superior. Luego, continúa hacia la fosa craneal media en la pared lateral del seno cavernoso (véase [fig. 12-31](#)). Aquí, se divide en ramos superior e inferior, que entran en la cavidad orbitaria a través de la fisura orbitaria superior (véase [fig. 12-36](#)).

El nervio oculomotor inerva las siguientes estructuras:

- **Músculos oculares extrínsecos.** Las fibras motoras somáticas inervan el elevador del párpado superior, el recto superior, el recto medial, el recto inferior y el oblicuo inferior (véase [fig. 12-61A](#)).
- **Músculos oculares intrínsecos.** El componente parasimpático del nervio oculomotor inerva los músculos constrictor de la pupila (esfínter) y ciliar. Estas fibras hacen sinapsis en el **ganglio ciliar** y alcanzan el globo ocular en los **nervios ciliares cortos** (véase [fig. 12-37](#)).

El nervio oculomotor es totalmente motor. Es responsable de elevar el párpado superior; rotar el ojo superiormente, inferiormente y medialmente; contraer las pupilas, y de la acomodación del ojo.

Nervio troclear (NC IV)

El troclear es el nervio craneal más delgado. Una vez que el nervio ha cruzado al lado opuesto, abandona la cara posterior del mesencéfalo (véase [fig. 12-61B](#)). Luego pasa a través de la fosa craneal media en la pared lateral del seno cavernoso y entra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior (véanse [figs.](#)

12-31 y 12-36).

El nervio troclear solo inerva el **músculo oblicuo superior** del globo ocular (un músculo extrínseco) (véase fig. 12-38). El nervio es completamente motor y ayuda a rotar el ojo inferolateralmente.

Nervio trigémino (NC V)

El trigémino es el mayor nervio craneal (fig. 12-62A). Sale de la cara anterior del puente como una pequeña raíz motora y una gran raíz sensitiva (véase fig. 12-33), y discurre anteriormente, fuera de la fosa craneal posterior, para alcanzar el vértice de la porción petrosa del hueso temporal en la fosa craneal media. Aquí, la gran raíz sensitiva se expande para formar el ganglio del trigémino (véanse figs. 12-38 y 12-62A). El ganglio se localiza dentro de una bolsa de duramadre llamada *cavidad trigeminal*. La raíz motora del nervio trigémino se ubica inferior al ganglio sensitivo y está completamente separada de este. Los **nervios oftálmico (V1)**, **maxilar (V2)** y **mandibular (V3)** surgen del borde anterior del ganglio.

Tabla 12-6 Nervios craneales

NERVIO	COMPONENTES	FUNCIÓN	SALIDA DEL CRÁNEO
I. Olfatorio	Sensitivo	Olfato.	Forámenes en lámina cribosa del etmoides
II. Óptico	Sensitivo	Visión.	Canal óptico
III. Oculomotor	Motor	Eleva el párpado superior; gira el globo ocular inferior, superior y medialmente; constricción pupilar; acomodación del ojo.	Fisura orbitaria superior
IV. Troclear	Motor	Ayuda a rotar el globo ocular en sentido inferolateralmente.	Fisura orbitaria superior
V. Trigémino			
División oftálmica	Sensitivo	Córnea, piel de la frente, cuero cabelludo, párpados y nariz; también mucosa de los senos paranasales y cavidad nasal.	Fisura orbitaria superior
División maxilar	Sensitivo	Piel de la cara sobre el maxilar superior y el labio superior, los dientes maxilares, la mucosa de la nariz, el seno maxilar y el paladar.	Foramen redondo
División mandibular	Motor	Músculos de la masticación, milohioideo, vientre anterior de digástrico, tensor del velo del paladar y tensor del tímpano.	Foramen oval
	Sensitivo	Piel de mejilla; piel sobre la mandíbula, labio inferior y el lado de la cabeza; dientes de la mandíbula y la articulación temporomandibular; mucosa de la boca y dos tercios anteriores de la lengua.	
VI. Abducens	Motor	Músculo recto lateral: rota el globo ocular en sentido lateral.	Fisura orbitaria superior
VII. Facial	Motor	Músculos de la cara, la mejilla y el cuero cabelludo; músculo estapedio del oído medio; estilohioideo y vientre posterior de digástrico.	Meato acústico interno, canal facial, foramen estilomastoideo
	Sensorial	El gusto en los dos tercios anteriores de la lengua, suelo de boca y paladar.	
	Parasimpático secretomotor	Glándulas salivares submandibulares y sublinguales, glándulas lagrimales y glándulas de la nariz y el paladar.	Fisura petrotimpánica, hiato del canal facial, foramen rasgado, canal pterigoideo
VIII. Vestibulococlear			
Vestibular	Sensitivo	Posición y movimiento de la cabeza.	Meato acústico interno
Coclear	Sensitivo	Oído.	
IX. Glossofaríngeo	Motor	Músculo estilofaríngeo: ayuda a la deglución.	Foramen yugular
	Parasimpático secretomotor	Glándula parótida.	Foramen yugular
	Sensitivo y sensitivo	Sensación general y gusto del tercio posterior de la lengua y la faringe; seno carotídeo y cuerpo carotídeo.	Foramen yugular
X. Vago	Motor	Músculos constrictores de la faringe y músculos intrínsecos de la laringe; músculo involuntario de la tráquea y los bronquios, el corazón, el tubo digestivo desde la faringe hasta la flexura esplénica del colon; hígado y páncreas.	Foramen yugular
	Sensitivo	El gusto en la epiglotis y la valécula y fibras aferentes de las estructuras nombradas anteriormente.	
XI. Accesorio			
Raíz craneal	Motor	Músculos del paladar blando, la faringe y la laringe.	Foramen yugular
Raíz espinal	Motor	Músculos esternocleidomastoideo y trapecio.	Foramen magno, foramen yugular
XII. Hipogloso	Motor	Los músculos de la lengua que controlan su forma y movimiento (excepto el palatogloso).	Canal hipogloso

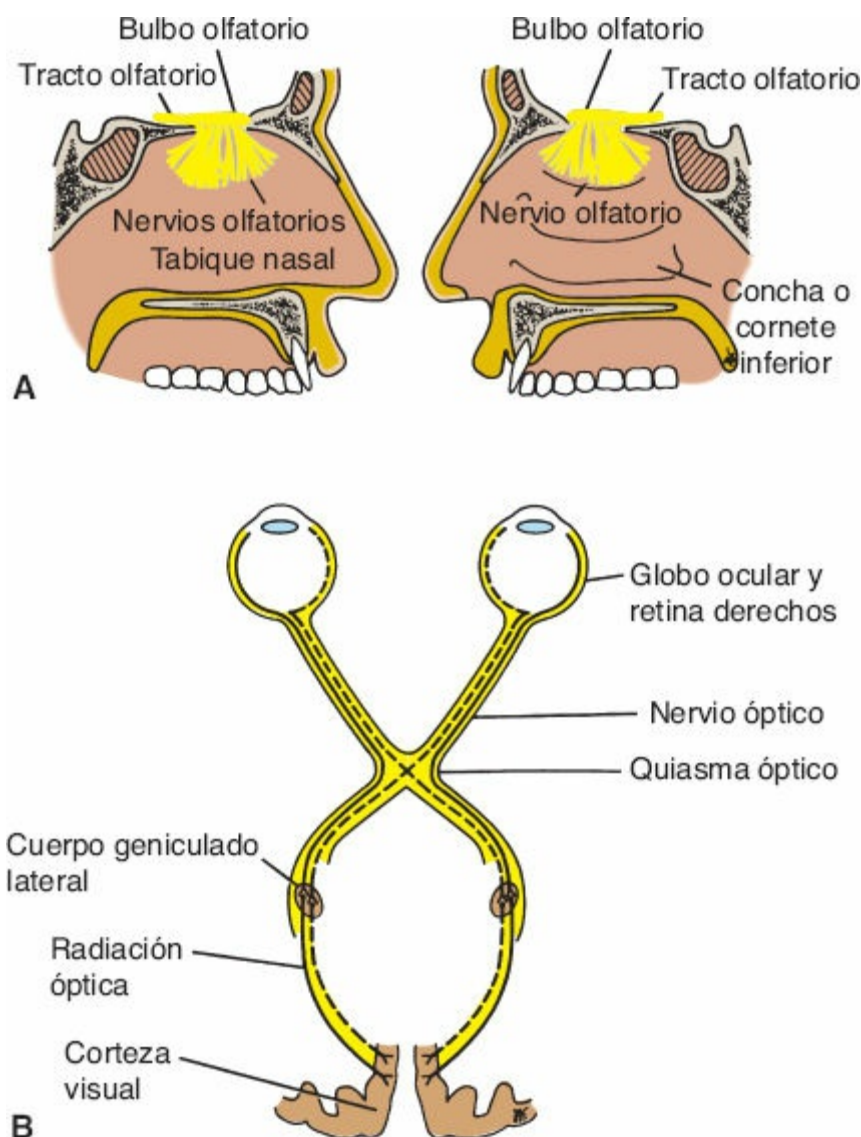


Figura 12-60 A. Distribución de los nervios olfatorios en el tabique nasal y la pared lateral de la nariz. B. El nervio óptico y sus conexiones.

Nervio oftálmico (V1)

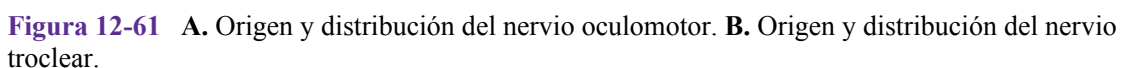
El nervio oftálmico es puramente sensitivo (véase fig. 12-20). Discurre anteriormente en la pared lateral del seno cavernoso en la fosa craneal media (véase fig. 12-31) y se divide en tres ramos, los nervios **lagrimal**, **frontal** y **nasociliar**, que entran en la cavidad orbitaria a través de la fisura orbitaria superior (véanse figs. 12-36, 12-38 y 12-62A).

Ramos

El **nervio lacrimal** discurre anteriormente en el borde superior del músculo recto lateral (véase fig. 12-38). El ramo cigomaticotemporal del nervio maxilar, que contiene las fibras secretomotoras parasimpáticas de la glándula lagrimal, se une a él. Luego, el nervio lacrimal entra en la glándula lagrimal y da ramos a la conjuntiva y la piel del párpado superior.

El **nervio frontal** se extiende anteriormente en la cara superior del músculo

El **nervio nasociliar** cruza el nervio óptico, discurre ante-riormente en el borde superior del músculo recto medial y continúa como el **nervio etmoidal anterior** a través del foramen etmoidal anterior para entrar en la cavidad craneal. Luego desciende a través de una hendidura al lado de la *crista galli* para entrar en la cavidad nasal. Emite dos **ramos nasales internos**, y después inerva la piel del ápice (punta) de la nariz con el **nervio nasal externo**. Estos son sus ramos:



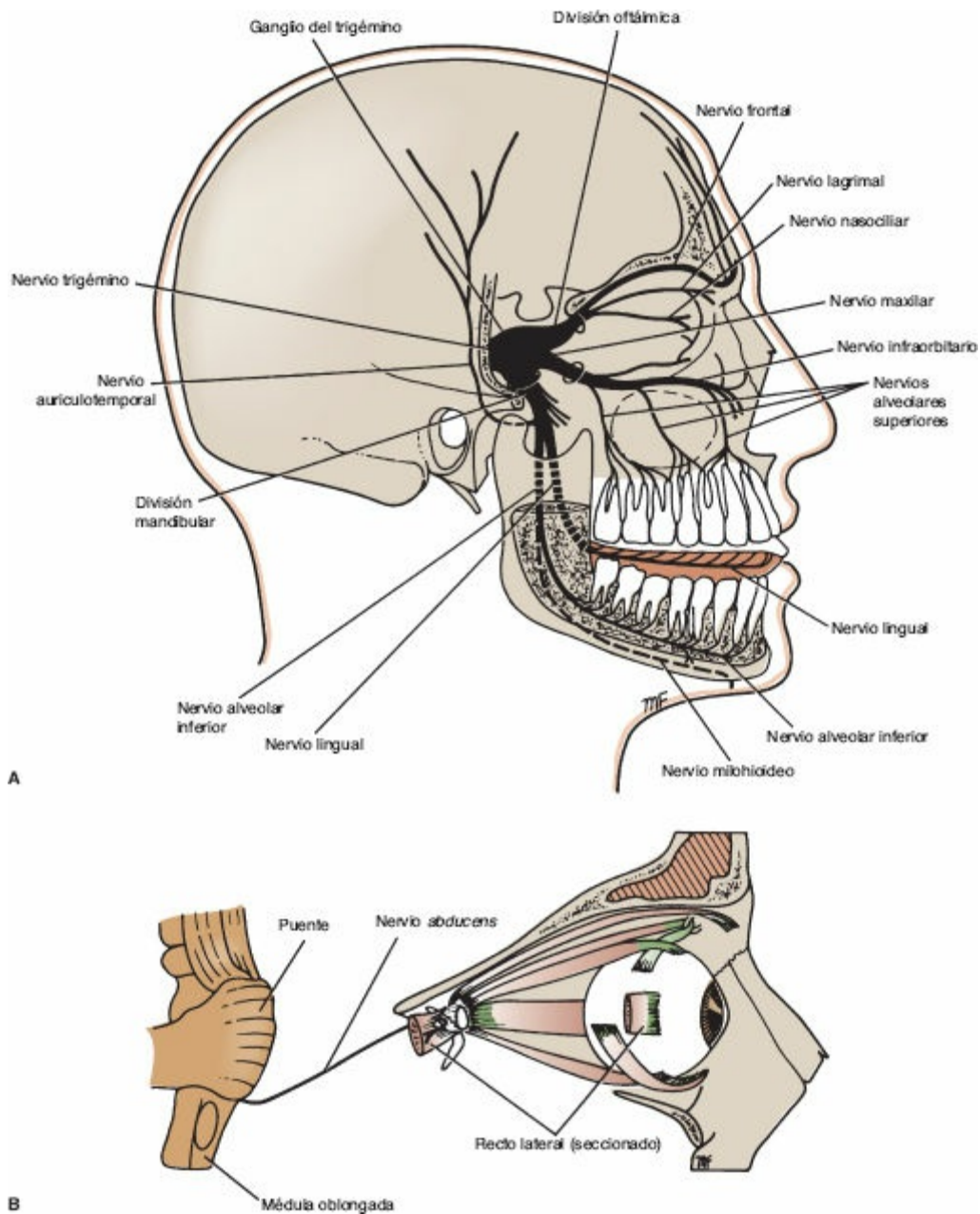


Figura 12-62 A. Distribución del nervio trigémino. B. Origen y distribución del nervio *abducens*.

- **Fibras sensitivas** para el ganglio ciliar.
- **Nervios ciliares largos** que contienen fibras simpáticas para el músculo dilatador de la pupila y fibras sensitivas para la córnea.
- El **nervio infratroclear** que inerva la piel de los párpados.
- El **nervio etmoidal posterior**, que es sensitivo, para los senos etmoidal y esfenoidal.

Nervio maxilar (V2)

El nervio maxilar es puramente sensitivo (véase fig. 12-20). Se origina en el ganglio del trigémino en la fosa craneal media, discurre anteriormente en la pared lateral del seno cavernoso y sale del cráneo a través del foramen redondo (véanse figs. 12-31 y 12-38). Luego entra en la fosa pterigopalatina, donde se

divide en varios ramos (véase [fig. 12-37](#)).

Ramos

- Los **ramos meníngenos** (el **nervio meníngeo medio**) para la duramadre que reviste la fosa craneal media.
- El **ramo cigomático**, que se divide en los **nervios cigomaticotemporal y cigomaticofacial** que inervan la piel de la cara. El ramo cigomaticotemporal proporciona fibras secretomotoras parasimpáticas a la glándula lagrimal a través del nervio lagrimal.
- El **nervio infraorbitario** es la continuación principal del nervio maxilar en el surco infraorbitario. A medida que avanza, emite los **nervios alveolares superiores medio y anterior** para el seno maxilar, los dientes superiores y las encías, y las mejillas. Finalmente, llega a la cara a través del foramen infraorbitario y emite fibras sensitivas para la piel de la cara y el lado de la nariz.
- Los **ramos ganglionares**, que son dos nervios cortos que mantienen el **ganglio pterigopalatino** en la fosa pterigopalatina. Contienen fibras sensitivas que han pasado a través del ganglio desde la nariz, el paladar y la faringe. También contienen fibras parasimpáticas posganglionares que se dirigen a la glándula lagrimal.
- El **nervio alveolar superior posterior**, que inerva el seno maxilar, así como los dientes molares superiores y las partes adyacentes de las encías y las mejillas.

Ganglio pterigopalatino

El pterigopalatino es un **ganglio parasimpático** que suspende del nervio maxilar en la fosa pterigopalatina. Es secretomotor para las glándulas lagrimales y nasales. Sus ramos también transportan fibras sensitivas somáticas para el nervio maxilar.

- **Ramos orbitarios**, que entran en la órbita a través de la fisura orbitaria inferior.
- **Nervios palatinos mayor y menor**, que descienden a través del canal pterigopalatino y salen a través de los forámenes palatinos mayor y menor, respectivamente, para inervar el paladar, la tonsila (amígdala) y la cavidad nasal.
- El **nervio faríngeo**, que inerva el techo de la nasofaringe.
- El **nervio nasopalatino**, que pasa a través del foramen esfenopalatino y se extiende a través del tabique nasal hasta el foramen incisivo y el paladar duro anterior.

Nervio mandibular (V3)

El nervio mandibular es tanto motor como sensitivo. La raíz sensitiva se origina en el ganglio del trigémino y sale del cráneo a través del foramen oval para

entrar en la fosa infratemporal. La raíz motora del nervio trigémino también sale del cráneo a través del foramen oval, y se une a la raíz sensitiva para formar el tronco del nervio mandibular, que luego se divide en una pequeña división anterior y otra más grande posterior (véase [fig. 12-46](#); véanse también [figs. 12-38](#), [12-45](#) y [12-62](#)).

Ramos del tronco principal del nervio mandibular

- **Ramo meníngeo (nervio espinoso)**, que es el nervio principal de la duramadre; acompaña a la arteria menínea media.
- **Nervio para el músculo pterigoideo medial**, que inerva los músculos pterigoideo medial y tensor del velo del paladar.

Ramos de la división anterior del nervio mandibular

- **Nervio masetérico** para el músculo masetero.
- **Nervios temporales profundos** para el músculo temporal.
- **Nervio para el músculo pterigoideo lateral.**
- **Nervio bucal** para la piel y la mucosa de la mejilla. El nervio bucal no inerva el músculo buccinador (que es inervado por el nervio facial) y es el único ramo sensitivo de la división anterior del nervio mandibular.

Ramos de la división posterior del nervio mandibular

- **Nervio auriculotemporal**, que inerva la piel de la oreja, el meato acústico externo, la articulación temporomandibular y el cuero cabelludo. Este nervio también transporta fibras secretomotoras parasimpáticas posganglionares desde el **ganglio ótico** hasta la glándula parótida.
- **Nervio lingual**, que desciende anterior al nervio alveolar inferior y entra en la boca. A continuación, discurre anteriormente por la cara lateral de la lengua y cruza el conducto submandibular. El **nervio cuerda del tímpano** (ramo del nervio facial) se une al nervio lingual en la fosa infratemporal. Las fibras nerviosas linguales transportan la sensación general de la mucosa de los dos tercios anteriores de la lengua y el suelo de la boca. Las fibras del nervio cuerda del tímpano transportan el gusto de los dos tercios anteriores de la lengua y también emiten fibras secretomotoras parasimpáticas preganglionares para el ganglio submandibular.
- **Nervio alveolar inferior**, que entra en el foramen y el canal mandibular para inervar los dientes de la mandíbula y emerge a través del foramen mentoniano (**nervio mentoniano**) para inervar la piel del mentón. Antes de entrar en el canal, da origen al **nervio del milohioideo**, que inerva el músculo milohioideo y el vientre anterior del digástrico.
- **Ramo comunicante**, que a menudo se extiende desde el nervio alveolar inferior al nervio lingual.



Notas clínicas

Lesión del nervio lingual

El nervio lingual pasa hacia la región submandibular desde la fosa infratemporal y por debajo del origen del músculo constrictor superior, que está unido al borde posterior de la línea milohioidea en la mandíbula. Aquí, está estrechamente relacionado con el último diente molar y puede dañarse en casos de mala extracción de un tercer molar retenido.

Los ramos de la división posterior del nervio mandibular son sensitivos (excepto el nervio del músculo milohioideo).

Ganglio ótico

El ótico es un **ganglio parasimpático** que se localiza en posición medial con respecto al nervio mandibular, inmediatamente inferior al cráneo, y está adherido al nervio del músculo pterigoideo medial. Las fibras preganglionares se originan en el **nervio glosofaríngeo**, y alcanzan el ganglio a través del **nervio petroso menor** (véase más adelante *Nervio glosofaríngeo [NC IX]*). Las fibras secretomotoras posganglionares alcanzan la glándula parótida a través del **nervio auriculotemporal**.

Ganglio submandibular

El submandibular es un **ganglio parasimpático** que yace profundo con respecto a la glándula submandibular, y está unido al nervio lingual por medio de pequeños nervios (véanse [figs. 12-45](#) y [12-46](#)). Las fibras parasimpáticas preganglionares alcanzan el ganglio desde el nervio facial a través del **cuerda del tímpano** y los **nervios linguales**. Las fibras secretomotoras posganglionares pasan a las glándulas submandibulares y sublinguales.

El nervio trigémino es, por lo tanto, el principal nervio sensitivo de la cabeza e inerva los músculos de la masticación. También tensa el paladar blando y el tímpano.

Nervio *abducens* (NC VI)

Este pequeño nervio emerge de la cara anterior del rombencéfalo entre el puente y la médula oblongada (véanse [figs. 12-33](#) y [12-62B](#)). Discurre anteriormente junto con la arteria carótida interna a través del seno cavernoso en la fosa craneal media y entra en la órbita a través de la fisura orbitaria superior (véanse [figs. 12-31](#) y [12-36](#)). El nervio *abducens* inerva el músculo **recto lateral** (véanse [figs. 12-38](#) y [12-62B](#)) y, por lo tanto, es responsable de rotar el ojo en dirección lateral.

Nervio facial (NC VII)

El nervio facial tiene una raíz motora y una raíz sensitiva (**nervio intermedio**)

(fig. 12-63). El nervio emerge en la cara anterior del rombencéfalo entre el puente y la médula oblongada (véase fig. 12-33). Las raíces pasan lateralmente en la fosa craneal posterior con el nervio vestibulococlear y entran en el meato acústico interno en la porción petrosa del hueso temporal. En la porción inferior del meato, el nervio entra en el canal facial, que discurre lateralmente a través del oído interno. Al llegar a la pared medial del oído medio (cavidad timpánica), el nervio se ensancha para formar el **ganglio geniculado** (sensitivo) (fig. 12-63B; véanse también figs. 12-70 y 12-71). A continuación, el nervio realiza un brusco giro en dirección posterior, sobre el promontorio y, en la pared posterior del oído medio, gira inferiormente sobre el lado medial de la entrada al antro mastoideo. El nervio desciende posterior a la pirámide y emerge del hueso temporal a través del foramen estilomastoideo. A continuación, el nervio facial discurre anteriormente a través de la glándula parótida para distribuirse en toda la cara (véase fig. 12-63A).

Ramos importantes

- El **nervio petroso mayor** se origina a partir del nervio en el ganglio geniculado (véase fig. 12-63B). Contiene fibras parasimpáticas preganglionares que hacen sinapsis en el **ganglio pterigopalatino**. Las fibras posganglionares son secretomotoras para la glándula lagrimal y las glándulas de la nariz y el paladar. El nervio petroso mayor también puede contener fibras gustativas del paladar.
- El **nervio para el músculo estapedio** inerva este músculo en el oído medio.
- El **nervio cuerda del tímpano** se origina a partir del nervio facial en el canal facial, en la pared posterior del oído medio. Discurre anteriormente sobre la cara medial de la parte superior de la membrana timpánica, sale del oído medio a través de la fisura petrotimpánica y entra en la fosa infratemporal, donde se une al **nervio lingual**. El nervio cuerda del tímpano contiene **fibras secretomotoras parasimpáticas preganglionares** para las glándulas salivares submandibular y sublingual. También contiene **fibras gustativas** de los dos tercios anteriores de la lengua y el suelo de la boca.
- El **nervio auricular posterior** es un pequeño **ramo mixto** originado por el nervio facial a medida que emerge del foramen estilomastoideo; inerva la cara posterior de la oreja, el meato acústico externo, la membrana timpánica y el músculo auricular posterior. Los pequeños **ramos musculares** para el vientre posterior de los músculos digástrico y estilohioideo emergen de la misma manera (véase fig. 12-63A).
- **Cinco ramos terminales para los músculos de la expresión facial**. Estos son el **temporal**, el **cigomático**, el **bucal**, el **mandibular** y los **ramos cervicales**.

El nervio facial se ubica dentro de la glándula parótida (véase fig. 12-87) después de salir del foramen estilomastoideo; en concreto, se localiza entre las partes superficial y profunda de la glándula. Aquí, emite los ramos terminales que emergen del borde anterior de la glándula y pasan a los músculos de la cara y el cuero cabelludo. El ramo bucal inerva el músculo buccinador, y el ramo

cervical inerva el platisma.

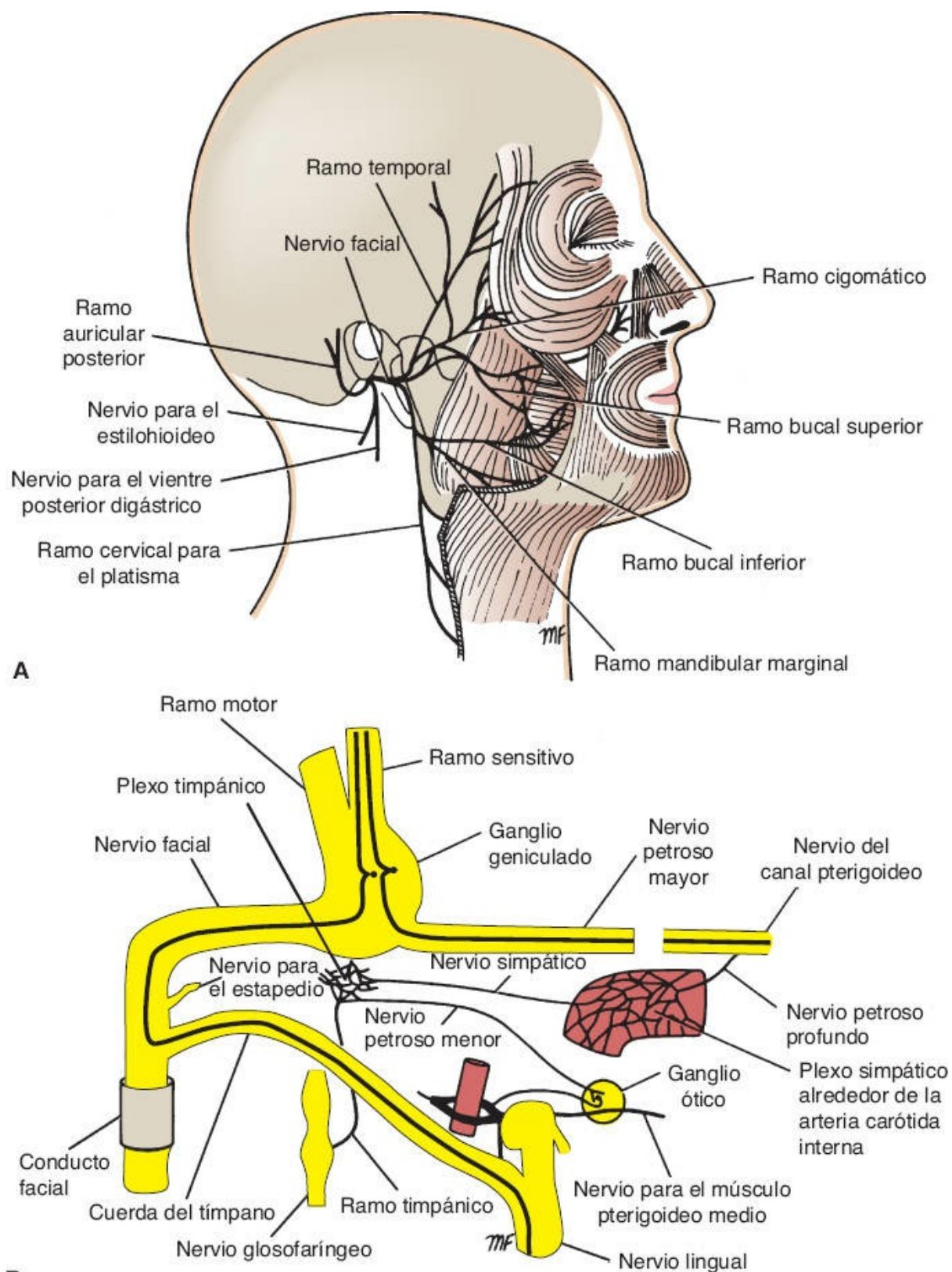


Figura 12-63 A. Distribución del nervio facial. B. Ramos del nervio facial dentro de la porción petrosa del hueso temporal; las fibras gustativas se muestran en *negro*. También se muestra el nervio glossofaríngeo.

Así, el nervio facial controla la expresión facial, la salivación y el lagrimeo; es una vía para la sensación del gusto desde la parte anterior de la lengua y el suelo de la boca y desde el paladar; también afecta la audición.

Nervio vestibulococlear (NC VIII)

El nervio vestibulococlear es un nervio sensorial formado por dos conjuntos de fibras: **vestibulares** y **cocleares**. Sale de la cara anterior del encéfalo entre el puente y la médula oblongada ([fig. 12-64A](#); véase también [fig. 12-33](#)). Cruza la fosa craneal posterior e ingresa en el meato acústico interno con el nervio facial.

Fibras vestibulares

Las fibras vestibulares son los ramos principales de las neuronas del **ganglio vestibular** situadas en el meato acústico interno (véase [fig. 12-64A](#)). Estas fibras se originan en el vestíbulo y los conductos semicirculares; por lo tanto, se ocupan del sentido de posición y del movimiento de la cabeza.

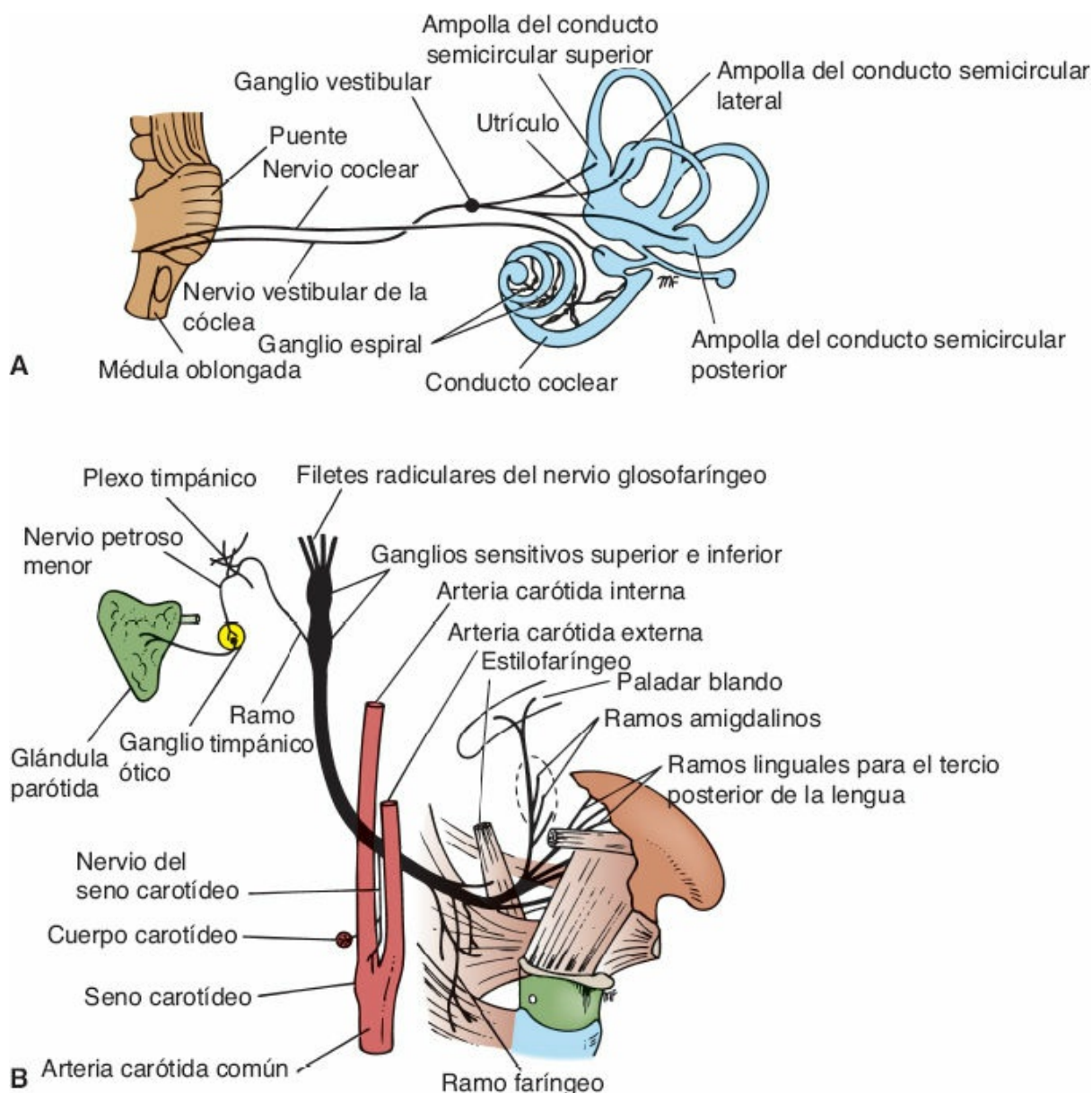


Figura 12-64 A. Origen y distribución del nervio vestibulococlear. B. Distribución del nervio glossofaríngeo.

Fibras cocleares

Las fibras cocleares son los ramos principales de las neuronas del **ganglio espiral de la cóclea** (véase fig. 12-64A). Las fibras cocleares se originan en el **órgano espiral (de Corti)** y, por lo tanto, son responsables de la audición.

Nervio glossofaríngeo (NC IX)

El nervio glossofaríngeo es un nervio mixto, es decir, sensitivo y motor. Nace en la cara anterior de la médula oblongada, entre la oliva y el pedúnculo cerebeloso inferior (véanse figs. 12-33 y 12-64B). Discurre lateralmente en la fosa craneal posterior y sale del cráneo a través del foramen yugular. En su paso por el foramen, pueden observarse los **ganglios sensitivos superior e inferior**. A continuación, el nervio desciende a través de la parte superior del cuello hacia la

parte posterior de la lengua.

Ramos importantes

- El **nervio timpánico** pasa al **plexo timpánico** en el oído medio. Las fibras parasimpáticas preganglionares para la glándula parótida salen del plexo como el **nervio petroso inferior**; hacen sinapsis en el **ganglio ótico**. Las fibras posganglionares se unen al nervio auriculotemporal (ramo de V3) y lo acompañan a la glándula parótida.
- El **nervio carotídeo** contiene fibras sensitivas del **seno carotídeo** (mecanismo barorreceptor para la regulación de la presión arterial) y del **cuerpo carotídeo** (mecanismo quimiorreceptor para la regulación de la frecuencia cardíaca y la respiración).
- El **nervio para el músculo estilofaríngeo**, que es el único músculo que inerva el nervio glossofaríngeo.
- Los **ramos faríngeos** van hacia el **plexo faríngeo** y también reciben ramos del nervio vago y el tronco simpático.
- El **ramo lingual** transporta fibras sensitivas y gustativas generales de la mucosa del tercio posterior de la lengua (incluidas las papilas circunvaladas).

El nervio glossofaríngeo, por lo tanto, ayuda a la deglución y promueve la salivación. También conduce la sensación desde la faringe y la parte posterior de la lengua y transporta impulsos, que influyen en la presión arterial y la respiración, desde el seno carotídeo y el cuerpo carotídeo.

Nervio vago (NC X)

El nervio vago está compuesto por fibras motoras y sensitivas y tiene la distribución más extensa de todos los nervios craneales. Se origina en la cara anterior de la médula oblongada, entre la oliva y el pedúnculo cerebeloso inferior (véanse [figs. 12-33](#) y [12-64B](#)). El nervio pasa lateralmente a través de la fosa craneal posterior y sale del cráneo a través del foramen yugular. El nervio vago tiene **ganglios sensitivos superior e inferior** ([fig. 12-65](#)). Por debajo del ganglio inferior, la **raíz craneal del nervio accesorio** se une al nervio vago y se distribuye principalmente en sus ramos faríngeo y laríngeo recurrente.

El nervio vago desciende a través del cuello a lo largo de las arterias carótidas y la vena yugular interna dentro de la vaina carotídea (véase [fig. 12-47](#)). Pasa a través del mediastino del tórax, pasando posterior a la base del pulmón, y entra en el abdomen a través del hiato esofágico en el diafragma (véase [fig. 12-65](#)).

Ramos importantes en la cabeza y el cuello

- El **ramo auricular** inerva el pabellón auricular, el meato acústico externo y el tímpano.

- El **ramo faríngeo** contiene fibras nerviosas de la **porción craneal del nervio accesorio**. Este ramo se une con el **plexo faríngeo** e inerva todos los músculos de la faringe (excepto el estilofaríngeo) y del paladar blando (excepto el tensor del velo del paladar).
- El **nervio laríngeo superior** se divide en los nervios laríngeos interno y externo. El **nervio laríngeo interno** es sensitivo para la mucosa de la fosa piriforme y la laringe hacia abajo, hasta las cuerdas vocales. El **nervio laríngeo externo** es motor y está ubicado cerca de la arteria tiroidea superior; inerva el músculo cricotiroides.
- El **nervio laríngeo recurrente** rodea la **primera porción de la arteria subclavia** en el lado derecho y luego asciende por el surco entre la tráquea y el esófago. En el lado izquierdo, el nervio rodea el **arco aórtico** y luego asciende hacia el cuello entre la tráquea y el esófago. El nervio está estrechamente relacionado con la arteria tiroidea inferior e inerva todos los músculos de la laringe (excepto el cricotiroides), la mucosa laríngea por debajo de las cuerdas vocales y la mucosa de la parte superior de la tráquea.
- Los **ramos cardíacos** (dos o tres) se originan en el cuello, descienden hacia el tórax y terminan en el **plexo cardíaco**.

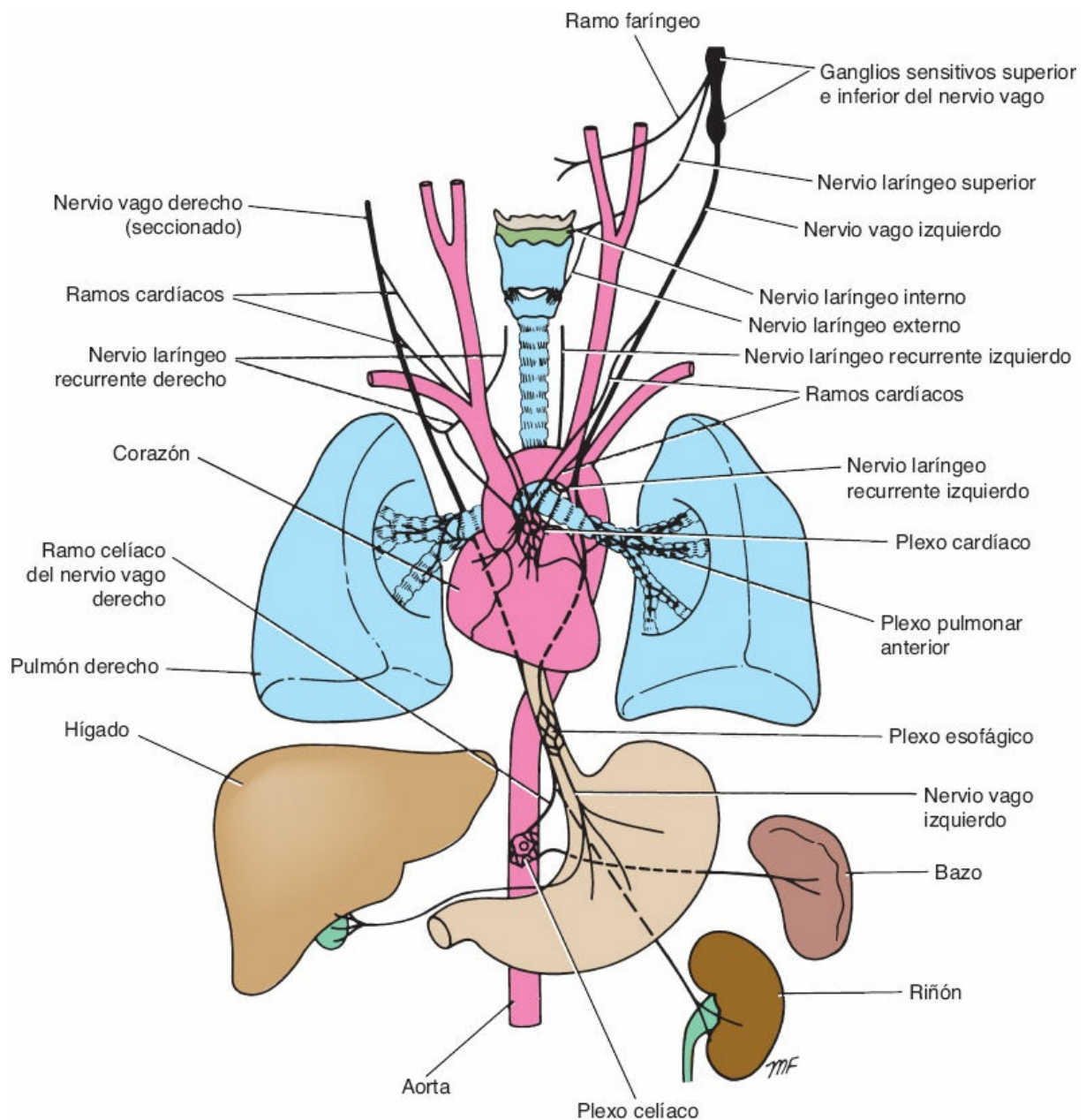


Figura 12-65 Distribución del nervio vago.

El nervio vago inerva el oído externo, la faringe, la laringe, la tráquea y la porción cervical del esófago. Por debajo del cuello, el vago emite fibras parasimpáticas para las vísceras torácicas y gran parte del tubo digestivo, desde el esófago hasta la flexura cólica (esplénica). También inerva glándulas asociadas con el tubo digestivo, como el hígado y el páncreas.

Nervio accesorio (NC XI)

El nervio accesorio es motor. Está formado por una **raíz craneal** y una **raíz espinal** (fig. 12-66A).

Raíz craneal

La raíz craneal emerge en la cara anterior de la médula oblongada, entre la oliva y el pedúnculo cerebeloso inferior (véanse figs. 12-33 y 12-66A). El nervio se extiende lateralmente en la fosa craneal posterior y se une a la raíz espinal.

Raíz espinal

La raíz espinal nace en las neuronas del cuerno anterior (sustancia gris) de los cinco segmentos superiores de la porción cervical de la médula espinal (véase fig. 12-66A). El nervio asciende a lo largo de la médula espinal y entra en el cráneo a través del foramen magno. Luego gira lateralmente para unirse a la raíz craneal.

Las dos raíces se unen y salen del cráneo a través del foramen yugular. Luego, las raíces se separan: la **raíz craneal** se une al **nervio vago** y se distribuye en sus ramos a los músculos del paladar blando y la faringe (a través del plexo faríngeo) y a los músculos de la laringe (excepto el músculo cricotiroides). La **raíz espinal** viaja inferolateralmente y entra en la cara profunda del músculo esternocleidomastoideo, al cual inerva, y luego cruza el triángulo cervical posterior para inervar el músculo trapecio (véase fig. 12-52).

La raíz craneal se considera una parte del nervio vago porque proporciona una gran parte del componente motor de este nervio. Así, con respecto a la terminología general, la raíz craneal se considera parte del nervio vago, mientras que la **raíz espinal se considera el undécimo nervio craneal (NC XI, nervio accesorio espinal)**. Así, el nervio accesorio espinal controla los movimientos de los músculos esternocleidomastoideo y trapecio, dos grandes músculos del cuello y la espalda.



Notas clínicas

Lesión del nervio accesorio

El nervio accesorio cruza el triángulo posterior del cuello en una posición relativamente superficial. Puede lesionarse en una cirugía o por heridas penetrantes. El músculo trapecio está paralizado, el músculo muestra atrofia y el hombro cae. El paciente experimenta dificultades para elevar el brazo por encima de la cabeza y lo mantiene abducido en un ángulo recto usando el músculo deltoides.

La valoración clínica de este nervio implica pedir al paciente que gire la cabeza hacia un lado contra resistencia, lo que hace que el esternocleidomastoideo del lado opuesto entre en acción. Luego, se pide al paciente que se encoja de hombros, haciendo que los músculos del trapecio se contraigan.

Nervio hipogloso (NC XII)

El nervio hipogloso es motor. Nace en la cara anterior la médula oblongada, entre la pirámide y la oliva (véase fig. 12-33), cruza la fosa craneal posterior y sale del cráneo a través del canal hipogloso. Después, el nervio pasa inferiormente en el cuello y cruza las arterias carótidas interna y externa para alcanzar la lengua (véase fig. 12-66B). En la parte superior de su trayecto, las fibras C1 del plexo cervical se unen a éste.

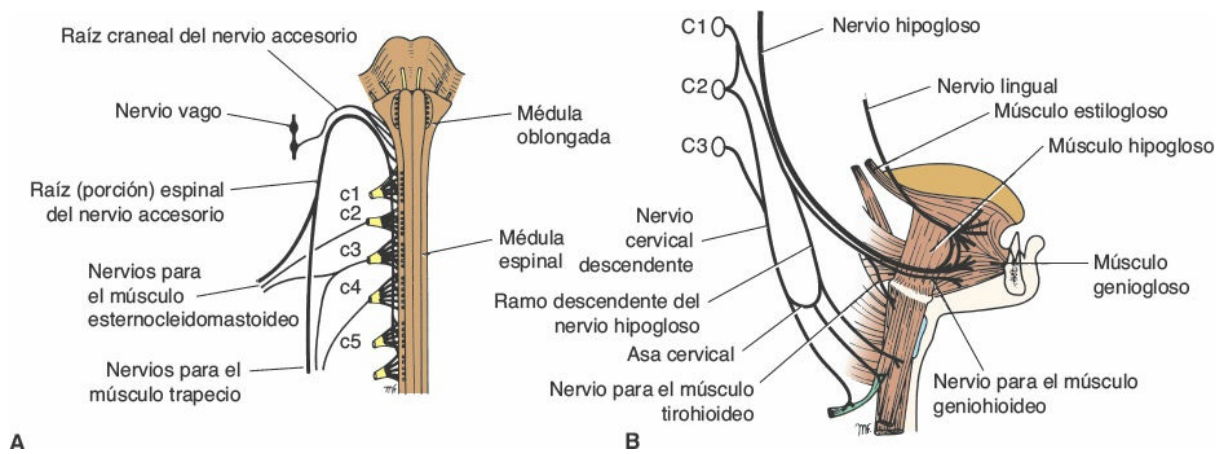


Figura 12-66 A. Origen y distribución del nervio accesorio. B. Distribución del nervio hipoglosso.

Ramos importantes

- **Ramo meníngeo.**
- El **ramo descendente** (fibras C1) pasa inferiormente y se une al nervio cervical descendente (C2 y C3) para formar el **asa cervical**. Los ramos de esta asa inervan los músculos omohioideo, esternohioideo y esternotiroideo.
- **Nervio para el músculo tirohioideo (C1).**
- **Ramos musculares para todos los músculos de la lengua** excepto el palatoglosso (plexo faríngeo).
- **Nervio para el músculo geniohioideo (C1).**

El nervio hipoglosso inerva los músculos de la lengua (excepto el palatoglosso) y, por lo tanto, controla la forma y los movimientos de la lengua.



Notas clínicas

Pruebas clínicas de los nervios craneales

La exploración sistemática de los 12 nervios craneales es una parte importante de la evaluación de cada paciente neurológico. Puede revelar la lesión de un núcleo del nervio craneal o sus conexiones centrales, o puede mostrar una interrupción de las motoneuronas inferiores.

Pruebas para la integridad del nervio olfatorio

La aplicación de sustancias con diferentes olores a cada narina (orificio nasal) permite evaluar el nervio olfatorio. Debe recordarse que los sabores de los alimentos dependen del sentido del olfato, no del sentido del gusto. Las fracturas de la fosa craneal anterior o los tumores cerebrales de los lóbulos frontales pueden lesionar los nervios olfatorios, con la consiguiente pérdida del sentido del olfato (**anosmia**).

Pruebas para la integridad del nervio óptico

El nervio óptico se evalúa preguntando primero al paciente si se han observado cambios en la visión. Se usan diagramas con letras de diferentes tamaños para evaluar la agudeza visual. La retina y el disco óptico deben explorarse con un oftalmoscopio. En la evaluación del disco óptico, debe recordarse que el espacio subaracnoideo intracraneal se extiende hacia adelante, alrededor del nervio óptico, hasta la cara posterior del globo ocular. La arteria y la vena de la retina discurren por el

nervio óptico y cruzan el espacio subaracnoideo de la vaina del nervio un breve trayecto por detrás del globo ocular. Un aumento de la presión del líquido cerebroespinal en el espacio subaracnoideo comprimirá las finas paredes de la vena de la retina a medida que atraviesa el espacio, lo que provocará congestión de las venas de la retina, edema de la retina y tumefacción del disco óptico (**papiledema**).

A continuación, deben evaluarse los campos visuales. Se solicita al paciente que mire directamente a un objeto fijo con el ojo que se está examinando, cubriendo el ojo contralateral. Luego se mueve un objeto pequeño en un arco alrededor de la periferia del campo de visión, y se pregunta al paciente si puede ver el objeto. Es importante no omitir la pérdida o el deterioro de la visión en el área central del campo (**escotoma central**).

La ceguera en una mitad de cada campo visual se llama **hemianopsia**. Las lesiones del tracto óptico y las radiaciones ópticas producen la misma hemianopsia para ambos ojos, es decir, **hemianopsia homónima**. La **hemianopsia bitemporal** es la pérdida de las mitades laterales de los campos visuales de ambos ojos (es decir, la pérdida de la función de la mitad medial de ambas retinas). Esta alteración es más frecuente como resultado de un tumor de la hipófisis que ejerce presión sobre el quiasma óptico.

Pruebas para la integridad de los nervios oculomotor, troclear y abducens

Los nervios oculomotor, troclear y *abducens* inervan los músculos que mueven el globo ocular. El nervio oculomotor inerva todos los músculos orbitarios, excepto el oblicuo superior y el recto lateral. También inerva el elevador del párpado superior y los músculos lisos relacionados con la acomodación, es decir, el esfínter de la pupila y el músculo ciliar. El nervio troclear inerva el músculo oblicuo superior y el nervio *abducens*, el recto lateral.

Para evaluar los músculos oculares, se fija la cabeza del paciente y se le pide que mueva los ojos a la izquierda, a la derecha, hacia arriba y hacia abajo, tanto como pueda en cada dirección.

En la **parálisis total del tercer nervio**, el ojo no puede moverse hacia arriba, hacia abajo o hacia adentro. En reposo, el ojo mira lateralmente (**estrabismo externo**) debido a la actividad del recto lateral y hacia abajo debido a la actividad del oblicuo superior. El paciente ve doble (**diplopia**). La caída del párpado superior (**ptosis**) se produce debido a la parálisis del elevador del párpado superior (o posiblemente del músculo tarsal superior). La pupila está muy dilatada y no reacciona a la luz a causa de la parálisis del esfínter de la pupila y la acción sin oposición del dilatador de la pupila (inervado por fibras simpáticas). Además, se paraliza la acomodación del ojo.

En la **parálisis del cuarto nervio**, el paciente refiere visión doble al mirar directamente hacia abajo. Lo anterior se debe a la paralización del oblicuo superior y a que el ojo gira medialmente a medida que el recto inferior tira del ojo hacia abajo.

En la **parálisis del sexto nervio**, el paciente no puede girar el globo ocular lateralmente. Al mirar hacia adelante, el recto lateral está paralizado, y el recto medial tira medialmente del globo ocular, sin oposición, causando **estrabismo interno**.

Pruebas para la integridad del nervio trigémino

El nervio trigémino tiene raíces sensitivas y motoras. La raíz sensitiva pasa al ganglio del trigémino, desde donde emergen las divisiones oftálmica (V1), maxilar (V2) y mandibular (V3). La raíz motora se une a la división mandibular.

La **función sensitiva** puede evaluarse usando un algodón sobre cada área de la cara inervada por las divisiones del nervio trigémino (véase [fig. 12-20](#)).

La **función motora** se evalúa solicitando al paciente que apriete los dientes. Puede palparse y notarse el endurecimiento de los músculos masetero y temporal, inervados por la división mandibular del nervio trigémino, a medida que se contraen.

Pruebas para la integridad del nervio facial

El nervio facial inerva los músculos de la expresión facial, así como las dos terceras partes anteriores de la lengua con fibras gustativas; asimismo, es secretomotor para las glándulas lagrimal, submandibular y sublingual.

La relación anatómica de este nervio con otras estructuras permite al clínico localizar con precisión sus lesiones potenciales. Por ejemplo, el fallo en el funcionamiento de los nervios VI y VII sugiere una lesión dentro del puente. El fallo en los nervios VIII y VII sugiere una lesión en el meato acústico interno. Si el paciente es excesivamente sensible al sonido en un oído (**hiperacusia**), es probable que la lesión afecte al nervio para el estapedio. La pérdida del gusto en los dos tercios anteriores de la lengua implica la lesión del VII nervio, proximal al punto donde emite el nervio cuerda del tímpano.

Para evaluar el nervio facial, se solicita al paciente que muestre los dientes separando los labios con los dientes apretados y luego cierre los ojos. El gusto en cada mitad de los dos tercios anteriores de la lengua puede evaluarse proporcionando azúcar, sal, vinagre y quinina para las sensaciones dulce, salada, ácida y amarga, respectivamente.

Es importante recordar que la porción del núcleo del nervio facial que controla los músculos de la parte superior de la cara recibe fibras corticobulbares de ambas cortezas cerebrales. Por lo tanto, en los pacientes con una **lesión de la motoneurona superior**, los únicos músculos que se paralizarán son los de la parte inferior de la cara. Sin embargo, en los pacientes con una **lesión de la motoneurona inferior**, se paralizarán todos los músculos del lado afectado de la cara. El párpado inferior cae y el ángulo de la boca se hunde. Fluyen lágrimas del párpado inferior y saliva por el ángulo de la boca. El paciente no es capaz de cerrar el ojo ni de exponer los dientes completamente en el lado afectado.

Pruebas para la integridad del nervio vestibulococlear

El nervio vestibulococlear inerva el utrículo y el sáculo, que son sensibles a los cambios estáticos en el equilibrio; los conductos semicirculares, que son sensibles a los cambios en el equilibrio dinámico; y la cóclea, que es sensible al sonido.

Las alteraciones de la función vestibular incluyen mareos (**vértigo**) y **nistagmo**. Este último se caracteriza por un movimiento pendular incontrolable de los ojos. Las alteraciones de la función coclear se manifiestan como **sordera** y zumbidos en los oídos (**acúfenos**). Debe evaluarse la capacidad del paciente para escuchar una voz o un diapason, y cada oído se prueba por separado.

Pruebas para la integridad del nervio glossofaríngeo

El nervio glossofaríngeo inerva el músculo estilofaríngeo y envía fibras secretomotoras a la glándula parótida. Las fibras sensoriales inervan el tercio posterior de la lengua.

La integridad de este nervio puede evaluarse probando la sensación general del paciente y la del gusto en el tercio posterior de la lengua.

Pruebas para la integridad del nervio vago

El nervio vago inerva muchos órganos, pero su evaluación depende de la prueba de la función de los ramos para la faringe, el paladar blando y la laringe. Tocar la pared lateral de la faringe con un depresor lingual puede ayudar a evaluar el reflejo faríngeo. Esta prueba debería provocar náuseas en el paciente, es decir, la contracción de los músculos faríngeos.

Solicitar al paciente que diga “ah” permite evaluar la innervación del paladar blando. Por lo general, el paladar blando se eleva, y la úvula se mueve posteriormente en la línea media.

Todos los músculos de la laringe están innervados por el ramo laríngeo recurrente del vago, excepto el músculo cricotiroides, que está innervado por el ramo laríngeo externo del ramo laríngeo superior del vago. Puede haber **ronquera** o **pérdida de la voz (afonía)**. La valoración laringoscópica puede revelar parálisis del abductor.

Pruebas para la integridad del nervio accesorio

El nervio accesorio inerva los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. Debe solicitarse al paciente que gire la cabeza hacia un lado contra resistencia, lo que hace que el esternocleidomastoideo del lado opuesto entre en acción. Luego, se le debe pedir que se encoja de hombros, haciendo que los músculos del trapecio entren en acción.

Pruebas para la integridad del nervio hipogloso

El nervio hipogloso inerva los músculos de la lengua. Se solicita al paciente que saque la lengua; si hay una lesión del nervio, se observará un desvío hacia el lado paralizado (véase fig. 12-80). La explicación de este desvío es la siguiente: uno de los músculos genioglosos, que tira de la lengua hacia adelante, está paralizado en el lado afectado. El otro músculo geniogloso, no afectado, tira del lado no afectado de la lengua hacia adelante, dejando el lado paralizado de la lengua inmóvil. El resultado es la desviación del ápice (punta) de la lengua hacia el lado paralizado. En los pacientes con parálisis crónica, los músculos del lado afectado se atrofian y la lengua se arruga en ese lado.

PLEXO CERVICAL

Los **ramos anteriores de los primeros cuatro nervios cervicales** forman el plexo cervical. Los ramos se unen por ramos comunicantes, que forman asas que se localizan por delante de los orígenes de los músculos elevador de la escápula y escaleno medio (véase fig. 12-54). La capa prevertebral de la fascia cervical profunda cubre el plexo anteriormente, y el plexo se relaciona con la vena yugular interna dentro de la vaina carotídea. El plexo cervical inerva la piel y los músculos de la cabeza, el cuello y el hombro, así como el diafragma y otras estructuras torácicas (tabla 12-7).

Ramos cutáneos

Cuatro nervios cutáneos (occipital menor, auricular mayor, cervical transverso y supraclavicular) se ramifican del plexo cervical e inervan la piel sobre la parte inferior de la cabeza, así como la cara anterior y los lados del cuello (véase fig. 12-20). Estos nervios emergen en un punto común (el **punto nervioso del cuello**) en el borde posterior del músculo esternocleidomastoideo, aproximadamente en el punto medio del músculo, y se distribuyen desde allí (véase fig. 12-48).

El **nervio occipital menor** (C2) inerva la porción posterior del cuero cabelludo y la oreja.

El **nervio auricular mayor** (C2 y C3) inerva la piel sobre el ángulo de la mandíbula.

El **nervio cervical transverso** (C2 y C3) inerva la piel de la cara anterior del cuello.

Los **nervios supraclaviculares** (C3 y C4) tienen ramos mediales, intermedios y laterales que inervan la piel de la región del hombro. Estos nervios son clínicamente relevantes porque el dolor puede referirse a lo largo del nervio frénico (p. ej., en la enfermedad de la vesícula biliar).



Notas clínicas

Lesión del nervio frénico y parálisis diafragmática

El nervio frénico tiene una importancia clínica considerable porque es la única inervación para el diafragma. Cada nervio frénico inerva la mitad correspondiente del diafragma.

Las heridas penetrantes en el cuello pueden lesionar el nervio frénico. Si eso ocurre, la mitad paralizada del diafragma se relaja y es desplazada superiormente en el tórax por la presión abdominal positiva. En consecuencia, el lóbulo inferior del pulmón en ese lado puede colapsar.

Alrededor de un tercio de las personas tienen un **nervio frénico accesorio**. La raíz del quinto nervio cervical puede incorporarse en el nervio para el subclavio y unirse al tronco del frénico principal en el tórax.

Ramos musculares (cuello)

Los ramos nerviosos inervan los **músculos prevertebrales**, el **esternocleidomastoideo**, el **elevador de la escápula** y el **trapecio**. Los ramos del plexo cervical para el esternocleidomastoideo (C2, C3) y el trapecio (C3, C4) son propioceptivos.

Un **ramo de C1** se une al **nervio hipogloso**. Algunas de estas fibras de C1 dejan el hipogloso como el **ramo descendente**, que se une al **nervio cervical descendente** (C2 y C3) para formar el **asa cervical** (véanse figs. 12-57 y 12-66B). El asa cervical inerva los músculos omohioideo, esternohioideo y esternotiroideo. Otras fibras de C1 dentro del nervio hipogloso salen de este en forma de **nervios para el tirohioideo y el geniohioideo**.

Nervio frénico

El nervio frénico se forma en el cuello a partir de los nervios cervicales tercero, cuarto y quinto del plexo cervical. Discurre vertical e inferiormente en la cara anterior del músculo **escaleno anterior** (véase fig. 12-54) y entra en el tórax pasando anterior a la arteria subclavia. El resto de su trayecto en el tórax se describe en el capítulo 5.

El nervio frénico es la única inervación motora del diafragma. Asimismo, transporta ramos sensitivos desde el pericardio, la pleura parietal mediastínica y la pleura y el peritoneo que cubren las caras superior e inferior de la parte central del diafragma.

Tabla 12-7 Ramos del plexo cervical y su distribución

RAMOS	DISTRIBUCIÓN
Cutáneos	
Occipital menor	Piel del cuero cabelludo detrás de la oreja
Auricular mayor	Piel sobre la glándula parótida, oreja y ángulo de la mandíbula
Cervical transverso	Piel sobre el lado y el frente del cuello
Supraclavicular	Piel sobre la parte superior del pecho y los hombros
Muscular	
Ramos segmentarios	Músculos prevertebrales, elevador de la

	escápula
Asa cervical (C1, C2, C3)	Omohioideo, esternohioideo, esternotiroido
Fibras del C1 a través del nervio hipogloso	Tirohioideo, genihioideo
Nervio frénico (C3, C4, C5)	Diafragma
Nervio frénico sensitivo (C3, C4, C5)	Pericardio, pleura parietal mediastínica, y pleura y peritoneo que cubren la parte central del diafragma

PLEXO BRAQUIAL

El plexo braquial se forma en el triángulo posterior del cuello por la unión de los ramos de C5-C8 y T1 ([fig. 12-67](#)). Este plexo se divide en **raíces**, **troncos**, **divisiones** y **cordones**. Las raíces de C5 y C6 se unen para formar el **tronco superior**, la raíz de C7 continúa como el **tronco medio**, y las raíces de C8 y T1 se unen para formar el **tronco inferior**. Cada tronco da origen a una **división anterior** y otra **posterior**. La unión de las divisiones anteriores de los troncos superior y medio da origen al **cordón lateral**, la división anterior del tronco inferior forma el **cordón medial** y la unión de las divisiones posteriores de los tres troncos forma el **cordón posterior**.

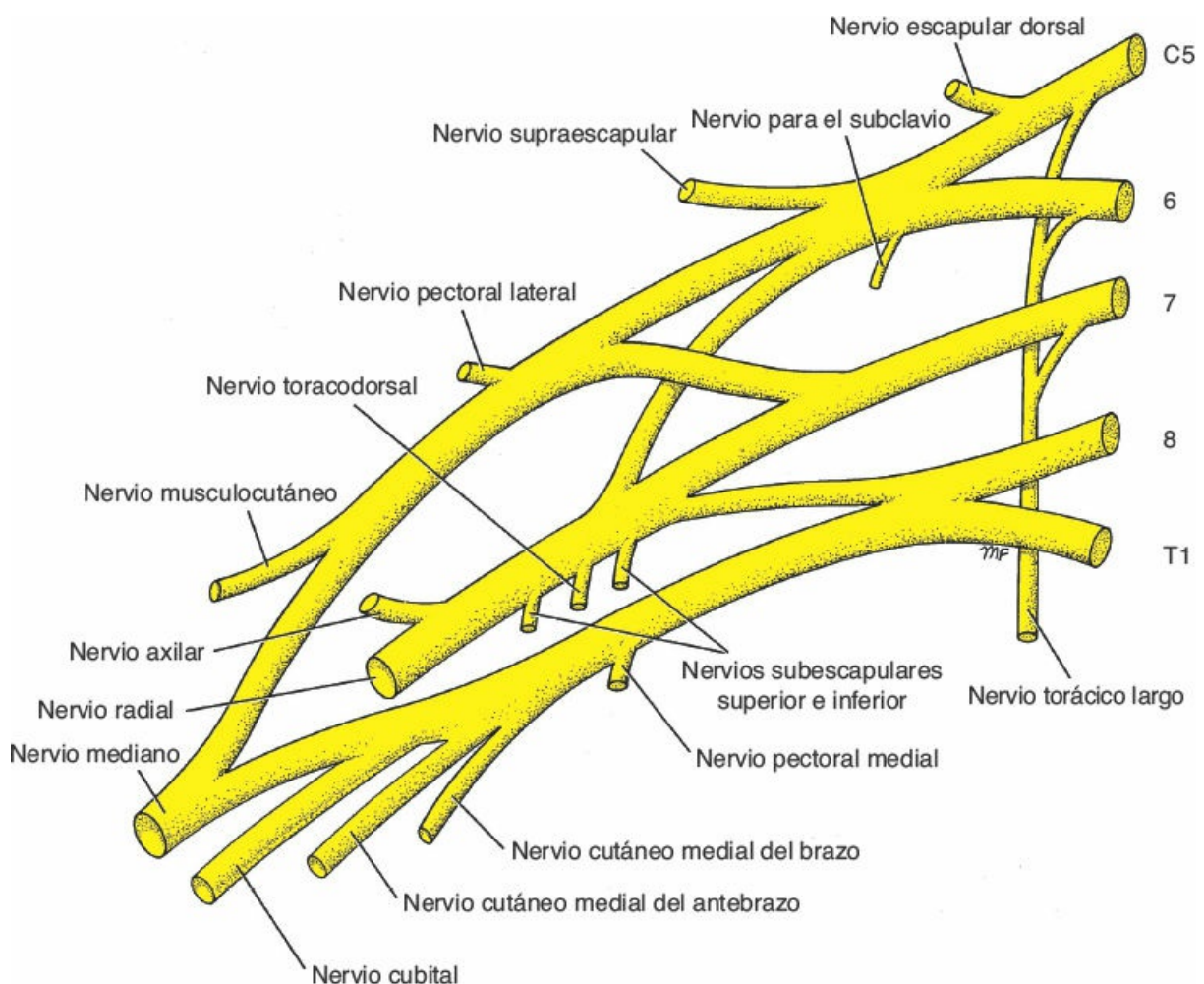


Figura 12-67 Plexo braquial y sus ramos.

Las raíces del plexo braquial entran en la base del cuello entre los músculos escaleno anterior y medio, y pasan a través del **triángulo interescalénico** (véase fig. 12-54). Los troncos y divisiones cruzan el triángulo posterior del cuello, y los cordones se disponen alrededor de la arteria axilar en la axila. Aquí, el plexo braquial y la arteria y vena axilares están rodeados por la **vaina axilar**. Véase el capítulo 3 para un análisis completo del plexo braquial.



Notas clínicas

Lesión del plexo braquial

Las raíces y los troncos del plexo braquial ocupan el ángulo anteroinferior del triángulo posterior del cuello. Pueden producirse lesiones incompletas por heridas de arma blanca o de bala, o lesiones por tracción o compresión.

Bloqueo nervioso del plexo braquial

La **vaina axilar**, formada a partir de la capa prevertebral de la fascia cervical profunda, encierra el plexo braquial y la arteria axilar. El bloqueo nervioso del plexo braquial puede lograrse fácilmente mediante la presión con los dedos de la porción distal de la vaina en la axila, la introducción de una aguja en la porción proximal de la vaina y, posteriormente, la inyección de un anestésico local. La solución anestésica se masajea a lo largo de la vaina, produciendo el bloqueo nervioso. La aguja puede introducirse en la vaina axilar a través de la parte inferior del triángulo posterior del cuello o en la axila.

Compresión del plexo braquial y de la arteria subclavia

En la raíz del cuello, el plexo braquial y la arteria subclavia entran en el triángulo posterior por el estrecho triángulo interescalénico. En presencia de una costilla cervical (véase cap. 4), el primer nervio torácico y la arteria subclavia se elevan y se angulan conforme pasan sobre la costilla. La oclusión parcial o total de la arteria causa dolor muscular isquémico en el brazo, que empeora con el ejercicio. Rara vez, la compresión sobre el primer nervio torácico puede producir síntomas dolorosos en el antebrazo, así como atrofia de los pequeños músculos de la mano.

SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

El sistema nervioso autónomo craneocervical está formado por componentes simpáticos y parasimpáticos. La parte simpática tiene un esquema organizativo relativamente simple, mientras que la parte parasimpática tiene más componentes y vías más complejas.

Parte simpática

Las **neuronas preganglionares** se originan en el cuerno lateral del primer al cuarto segmentos de la médula espinal. Los axones entran en el **tronco simpático** en dichos niveles (a través de **ramos comunicantes blancos**) y ascienden a través de este. La parte cervical del tronco simpático se extiende desde la base del cráneo hasta el cuello de la primera costilla, donde se continúa

con la parte torácica del tronco simpático. Se localiza directamente posterior a las arterias carótidas interna y común (es decir, medial con respecto al vago) y está rodeado por la fascia profunda entre la vaina carotídea y la capa prevertebral de la fascia profunda (véase [fig. 12-47](#)).

El tronco simpático posee tres ganglios: los **ganglios cervicales superior, medio e inferior** (véanse [figs. 12-54 y 12-57](#)). La mayoría de las fibras preganglionares hacen sinapsis con los ganglios cervicales, y las **fibras posganglionares** se distribuyen desde estas.

Ganglio cervical superior

El ganglio cervical superior se localiza inmediatamente inferior al cráneo; constituye el extremo craneal del tronco simpático. Es el más grande de los ganglios de la cadena simpática, formado por los primordios ganglionares simpáticos C1 a C4. Se ubica a nivel de la vértebra C2 y está rodeado por la fascia profunda entre la vaina carotídea y la fascia prevertebral sobre el músculo largo de la cabeza. **Todas las fibras simpáticas en la cabeza son fibras posganglionares que se ramifican del ganglio cervical superior.**

Ramos

- **Ramas vasculares.** Las **ramas arteriales** pasan a las arterias carótida común, carótida externa y vertebral. Estas ramas forman plexos alrededor de las arterias (p. ej., los plexos carotídeo y vertebral) y se distribuyen a lo largo de las ramas de las arterias. El **nervio carotídeo interno** acompaña la arteria carótida interna en el canal carotídeo del hueso temporal. Se divide en ramas alrededor de la arteria para formar el plexo carotídeo interno. Varios nervios simpáticos se ramifican de los plexos vasculares y distribuyen los nervios a más distancia. El **nervio carotidotimpánico** sale del plexo carotídeo y se une al plexo timpánico en el oído medio. El **nervio petroso profundo** se une al nervio petroso mayor para formar el nervio del canal pterigoideo en la base del cráneo. La **raíz simpática del ganglio ciliar** se ramifica del plexo carotídeo interno y se conecta con dicho ganglio en la órbita. **Ramos de los nervios craneales** se unen a los nervios oculomotor, troclear, trigémino, *abducens* y facial.
- Los **ramos comunicantes grises** pasan a los ramos anteriores de los primeros cuatro nervios espinales cervicales.
- Los **ramos de los nervios craneales** se unen a los nervios glosofaríngeo, vago e hipogloso.
- Los **ramos faríngeos** se unen con los ramos faríngeos de los nervios glosofaríngeo y vago para formar el plexo faríngeo.
- El nervio **cardíaco superior** desciende en el cuello y termina en el plexo cardíaco en el tórax (véase [cap. 5](#)).

Ganglio cervical medio

El ganglio cervical medio se localiza a nivel del cartílago cricoides.

Ramos

- **Ramos comunicantes grises** para los ramos anteriores de los nervios cervicales quinto y sexto.
- **Ramos tiroideos**, que pasan por la arteria tiroidea inferior hacia la glándula tiroides.
- El **nervio cardíaco medio**, que desciende en el cuello y termina en el plexo cardíaco en el tórax.

Ganglio cervical inferior

En la mayoría de las personas, el ganglio cervical inferior se fusiona con el primer ganglio torácico para formar el **ganglio estrellado**. Se localiza en el trayecto entre el proceso transverso de la vértebra C7 y el cuello de la primera costilla, posterior a la arteria vertebral.

Dos o más haces de nervios representan la parte del tronco simpático que conecta el ganglio cervical medio con el ganglio inferior o estrellado. El haz más anterior se cruza por delante de la primera porción de la arteria subclavia y luego gira superiormente por detrás. Este haz anterior se conoce como **asa subclavia**.

Ramos

- **Ramos comunicantes grises** para los ramos anteriores de los nervios cervicales séptimo y octavo.
- **Ramos arteriales** para las arterias subclavia y vertebral.
- El **nervio cardíaco inferior**, que desciende para unirse al plexo cardíaco en el tórax.

Parte parasimpática

Las neuronas preganglionares del flujo craneal de la parte parasimpática del sistema nervioso autónomo se originan en los núcleos de los **nervios oculomotor (NC III)**, **facial (NC VII)**, **glossofaríngeo (NC IX)** y **vago (NC X)**. El núcleo parasimpático del nervio oculomotor es el **núcleo de Edinger-Westphal**, los del nervio facial son los **núcleos lagrimal** y **salivar superior**, el del nervio glossofaríngeo es el **núcleo salivar inferior**, y el del nervio vago es el **núcleo dorsal del vago**. Los axones de estas células son fibras mielinizadas que emergen del encéfalo dentro de los nervios craneales.

Estas fibras preganglionares hacen sinapsis en los ganglios periféricos ubicados cerca de las vísceras que inervan. Los ganglios parasimpáticos craneales son el **ciliar**, el **pterigopalatino**, el **submandibular** y el **ótico**.

El **nervio oculomotor** se proyecta al **ganglio ciliar** en la órbita, donde se produce la sinapsis. Las fibras posganglionares viajan a través de los **nervios ciliares cortos** hasta el esfínter de la pupila y el músculo ciliar en el globo ocular (véase [fig. 12-61](#)). Estos son activos en el **reflejo pupilar a la luz** y la **acomodación**, respectivamente.



Notas clínicas

Sympatectomía por insuficiencia arterial del miembro superior

La inervación simpática del miembro superior es como sigue: las fibras preganglionares salen de la médula espinal en los nervios T2 a T8. Cuando alcanzan el tronco simpático a través de los ramos blancos, ascienden dentro del mismo y se pasan a los ganglios segundo torácico, estrellado y cervical medio. Las fibras posganglionares se unen a las raíces del plexo braquial como ramos grises. La sympatectomía del miembro superior es un procedimiento relativamente frecuente para el tratamiento de la insuficiencia arterial. De esta información, queda claro que los ganglios estrellado y torácico segundo deben extirparse para bloquear completamente la vía simpática hacia el brazo.

La resección del ganglio estrellado también elimina la inervación simpática de la cabeza y el cuello en ese lado. Esto produce no solo vasodilatación de los vasos de la piel, sino también anhidrosis, congestión nasal y síndrome de Horner. Por esta razón, en las sympatectomías del miembro superior el ganglio estrellado suele dejarse intacto.

Síndrome de Horner

El síndrome de Horner incluye los siguientes signos: contracción de la pupila (**miosis**), caída del párpado superior (**ptosis**) y falta de sudoración con la vasodilatación (**anhidrosis**). En ocasiones puede haber también un desplazamiento del globo ocular hacia la cavidad orbitaria (**enoftalmía**), pero probablemente sea más aparente que real. Este síndrome se debe a una interrupción de la inervación simpática a la cabeza. Las causas patológicas incluyen lesiones del tronco cerebral o de la porción cervical de la médula espinal, lesiones traumáticas de la porción cervical del tronco simpático, tracción del ganglio estrellado producida por una costilla cervical e implicación del ganglio en un proceso canceroso, que puede interrumpir la inervación periférica de la vía simpática de la órbita.

Bloqueo del ganglio estrellado

El bloqueo del ganglio estrellado se lleva a cabo palpando primero el tubérculo anterior (tubérculo carotídeo) del proceso transverso de la vértebra C6, que se localiza un dedo lateral con respecto al cartílago cricoides. La vaina carotídea y el músculo esternocleidomastoideo se empujan lateralmente, y la aguja se introduce a través de la piel sobre el tubérculo. Posteriormente se inyecta el anestésico local debajo de la capa prevertebral de la fascia cervical profunda. Este procedimiento posibilita el bloqueo nervioso eficaz del ganglio junto con sus ramos comunicantes.

El **nervio facial** se proyecta al **ganglio pterigopalatino** en la fosa pterigopalatina y al **ganglio submandibular** en el suelo de la boca (véanse [figs. 12-37](#) y [12-46](#)). El **nervio petroso mayor** (véase [fig. 12-63B](#)) se extiende desde el ganglio geniculado del nervio facial hasta el ganglio pterigopalatino. A continuación, las fibras posganglionares atraviesan los ramos de los nervios maxilar y oftálmico para alcanzar las **glándulas lagrimales** y **nasales**. Esta es la vía secretomotora para la formación de lágrimas. El **nervio cuerda del tímpano** (véase [fig. 12-63B](#)) pasa desde el nervio facial a través de la cavidad del oído medio hasta la fosa infratemporal, donde se une con el **nervio lingual** (del nervio mandibular). El nervio lingual envía ramos parasimpáticos al **ganglio submandibular**, donde se producen las sinapsis. Las fibras posganglionares se extienden a las **glándulas salivares submandibulares** y **sublinguales** y a las glándulas del suelo de la boca.

El **nervio glossofaríngeo** se proyecta al **ganglio ótico** en la fosa infratemporal a través de sus **ramos timpánico** y **petroso menor** (véase [fig. 12-64B](#)). Las

fibras posganglionares se unen al **nervio auriculotemporal** (un ramo del nervio mandibular) juntos alcanzan la **glándula parótida**.

El **nervio vago** envía sus componentes parasimpáticos al cuello, el tórax y el abdomen. No posee proyecciones parasimpáticas craneales y no se relaciona con ninguno de los ganglios parasimpáticos craneales. Sus fibras preganglionares se extienden a los ganglios o plexos poscraneales, como el **plexo cardíaco**, el **pulmonar**, el **mesentérico (de Auerbach)** y el **mucoso (de Meissner)**. Las fibras posganglionares no poseen mielina y tienen una longitud corta.

OÍDO

El oído está formado por tres partes: 1) **oído externo**, 2) **oído medio** y 3) **oído interno**. Las estructuras del oído externo y medio sirven para la conducción y transmisión del sonido, mientras la función del oído interno está relacionada con la percepción del sonido y el equilibrio. El oído externo obtiene formas de onda vibratorias del aire. El oído medio las convierte en formas de onda de transmisión sólida y las conduce al oído interno. La parte auditiva del oído interno convierte las formas de onda transmitidas por el medio sólido en formas de onda transmitidas por el medio líquido, que se traducen en sonidos. La parte relacionada con el equilibrio traduce la dinámica de los líquidos en una sensación de equilibrio.

Oído externo

El oído externo está formado por la oreja y el meato acústico externo. La **oreja (pabellón auricular)** tiene una forma característica ([fig. 12-68](#)) y recoge las vibraciones del aire. Está formada por una fina lámina de cartílago elástico cubierta por piel. Sus componentes principales son el **hélix** (el borde elevado de la oreja), el **trago** (una proyección desde el borde anterior de la oreja que se extiende sobre el meato acústico externo), un **lóbulo** (que no contiene cartílago) y la **concha** (la depresión más profunda de la oreja, que conduce al meato externo). La oreja es un efectivo dispositivo de obtención y localización del sonido en muchos mamíferos. Sin embargo, esta función es muy cuestionable en los humanos, quienes poseen **músculos auriculares** ([véase fig. 12-14](#)) esencialmente vestigiales (si bien es divertido ver a alguien que puede moverlos).

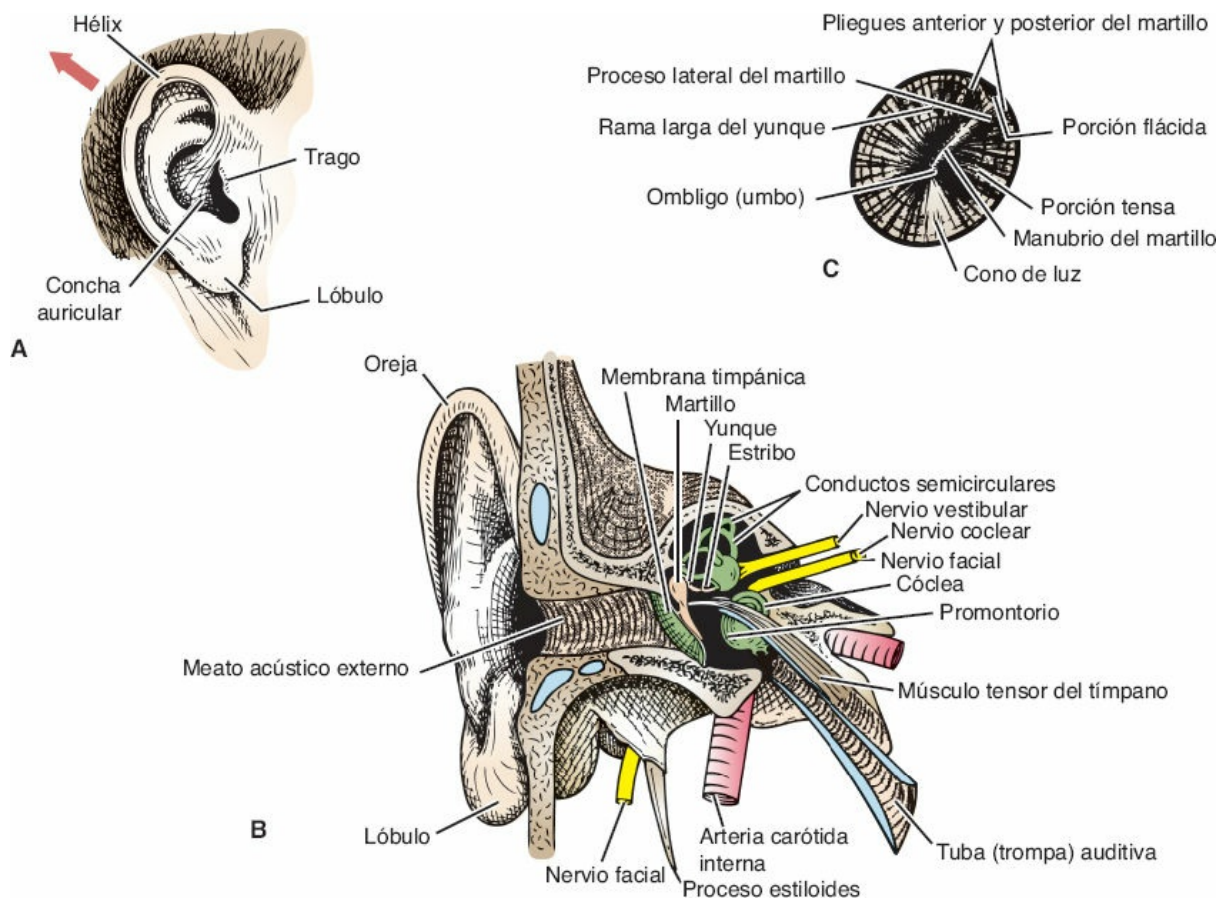


Figura 12-68 A. Diferentes partes de la oreja. La flecha indica la dirección en la que se debe estirar la oreja para enderezar el meato acústico externo antes de la introducción del otoscopio en el adulto. B. Oído derecho (vista anterior). C. Membrana timpánica derecha vista a través del otoscopio.

El **meato acústico externo** es un tubo curvo y delgado que se extiende desde la concha hasta la membrana timpánica (fig. 12-69; véase también fig. 12-68). Conduce las ondas sonoras desde la oreja hasta la membrana timpánica (tímpano).

El tercio externo (lateral) del meato es un cartílago elástico. Los dos tercios internos (mediales) son óseos y están formados por la lámina timpánica del hueso temporal. El meato está recubierto de piel, y su tercio externo está provisto de **pelos** y **glándulas sebáceas** y **ceruminosas**. Las últimas son glándulas sudoríparas modificadas que secretan cera de color marrón amarillento (**cerumen**). Los pelos y el cerumen ofrecen una barrera pegajosa que impide la entrada de cuerpos extraños.

Los **nervios occipital menor** y **auricular mayor** (ramos del plexo cervical) son los principales nervios sensitivos de la oreja. Se complementan con pequeños componentes de los nervios facial y glossofaríngeo. El **nervio auriculotemporal** y el **ramo auricular del nervio vago** son los principales nervios sensitivos del meato acústico externo y de la cara externa de la membrana timpánica.

El **drenaje linfático** se dirige a los nódulos linfáticos parotídeos superficiales, mastoideos y cervicales superficiales.

Membrana timpánica

La **membrana timpánica** es una estructura delgada y fibrosa que comunica el oído externo y el medio (véase [fig. 12-68](#)). La membrana está orientada oblicua, inferior, anterior y lateral-mente. Es ligeramente cóncava lateralmente, con una pequeña depresión (el **ombligo (umbo)** de la membrana timpánica) en la profundidad de la concavidad. La punta del manubrio del martillo origina el ombligo. Cuando la membrana se ilumina a través de un otoscopio, la concavidad produce un **cono de luz**, que es un área brillante que refleja la luz, y que se irradia anterior e inferiormente desde el ombligo.

La membrana timpánica es circular y mide cerca de 1 cm de diámetro. La circunferencia se engrosa y produce un surco en el hueso. Dicho surco (**surco timpánico**) es incompleto superiormente, lo que forma una muesca. Desde los lados de la muesca, dos bandas, llamadas **pliegues anterior** y **posterior del martillo**, pasan hacia el proceso lateral del martillo. La pequeña área triangular de la membrana timpánica que está delimitada por los pliegues es blanda, y se denomina **porción flácida**. El resto de la membrana está tensa, por lo que se conoce como **porción tensa**. El manubrio del martillo está unido a la cara interna de la membrana timpánica por la mucosa.

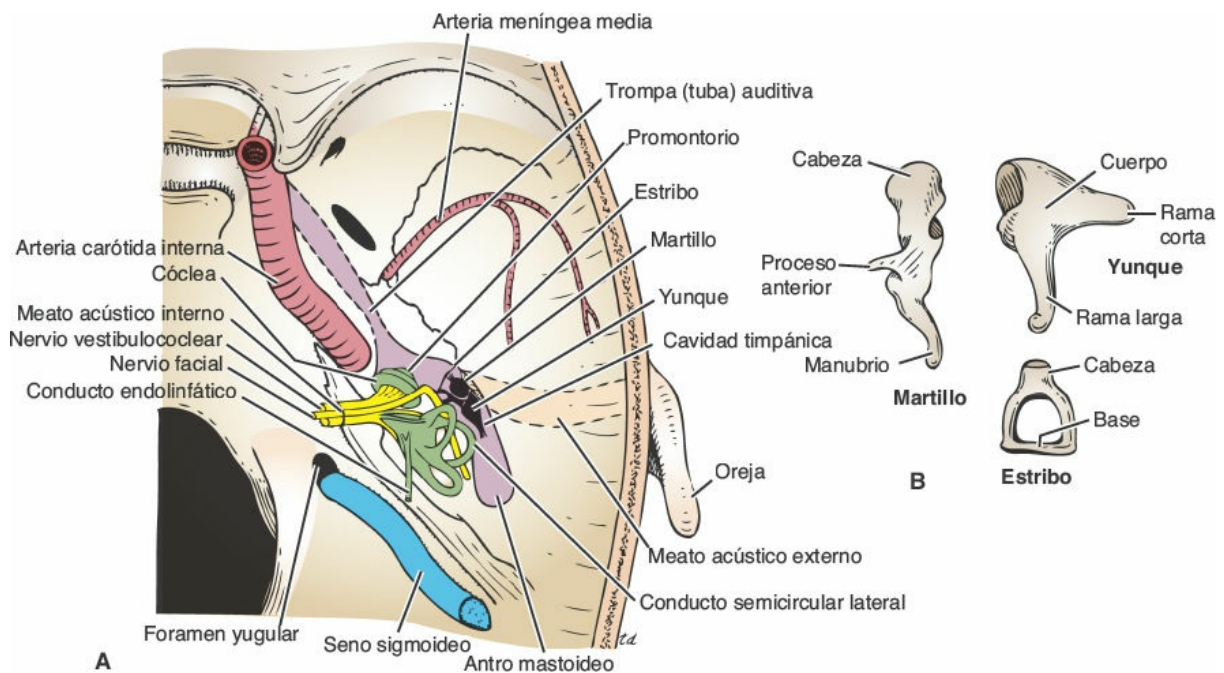


Figura 12-69 A. Partes de la oreja derecha en relación con el hueso temporal (vista superior). B. Huesecillos del oído.

La membrana timpánica es extremadamente sensible al dolor. El **nervio auriculotemporal** y el **ramo auricular del nervio vago** inervan su cara externa, y el **plexo timpánico del nervio glossofaríngeo** inerva su cara interna.



Notas clínicas

Examen de la membrana timpánica

El examen otoscópico de la membrana timpánica se facilita si primero se endereza el meato acústico externo, tirando suavemente de la oreja posterosuperiormente en el adulto y directamente posteriormente, o posteroinferiormente en el bebé. Por lo general, la membrana timpánica tiene una tonalidad gris perla y es cóncava. En el adulto, el meato externo mide unos 2,5 cm de largo y unos 5 mm de ancho cerca del tímpano.

Perforación de la membrana timpánica

La perforación de la membrana timpánica (**rotura del tímpano**) tiene muchas causas posibles, por ejemplo, otitis media, penetración de un objeto extraño y la presión excesiva. La perforación puede producir sordera de conducción.

Oído medio

El *oído medio* es una cavidad llena de aire dentro de la **porción petrosa del hueso temporal**, y está recubierta de una membrana mucosa (véanse **figs. 12-68 y 12-69**). Es una cavidad estrecha, oblicua, con forma de hendidura, cuyo eje longitudinal se localiza aproximadamente paralelo al plano de la membrana timpánica. Se comunica con la **nasofaringe** anteriormente y con el **antro mastoideo** posteriormente. El oído medio tiene cuatro componentes principales: 1) **la cavidad timpánica**, 2) **los huesecillos del oído y sus músculos**, 3) **la trompa (tuba) auditiva** y 4) **el área mastoidea**.

Cavidad timpánica

La cavidad timpánica es la cámara principal del oído medio. Está formada por dos partes: 1) la **cavidad timpánica propiamente dicha** y 2) el **receso epitimpánico**. La cavidad timpánica propiamente dicha es el área directamente medial a la membrana timpánica. El receso epitimpánico es la **porción superior de la cámara**, ubicado superior a la membrana timpánica.

Conceptualmente, la cavidad timpánica es como una caja de seis lados con un techo (pared superior), un suelo (pared inferior), una pared anterior, una posterior, una medial y una lateral (**figs. 12-70 y 12-71**).

El **techo** es una delgada lámina ósea, la **pared tegmentaria**, que forma parte del hueso petroso temporal. Separa el receso epitimpánico de la cavidad timpánica y la **duramadre** que reviste el suelo de la fosa craneal media. La fractura de la pared tegmentaria puede causar una filtración de líquido cerebroespinal en la cavidad timpánica.

El **suelo (pared yugular)** está formado por una delgada lámina ósea, que puede ser parcialmente reemplazada por tejido fibroso. Separa la **cavidad timpánica** del **bulbo superior de la vena yugular interna**. El **nervio timpánico** (un ramo del NC IX) perfora el suelo para entrar en la cavidad timpánica.

La **pared anterior (carotídea)** tiene dos aberturas en su parte superior. La abertura superior, más pequeña, alberga el **músculo tensor del tímpano**. La abertura inferior, más grande, conduce a la **trompa (tuba) auditiva**. El delgado tabique óseo que separa los canales se prolonga posteriormente en la pared

medial, donde forma una proyección similar a un estante. El **canal carotídeo** (que contiene la arteria carótida interna) se **localiza inmediatamente adyacente a la parte inferior y delgada de la pared anterior, inferior** a la pared ósea de la trompa (tuba) auditiva.

La **pared posterior (mastoidea)** tiene una gran e irregular abertura en su parte superior, la **entrada al antro mastoideo**. Esta abertura es la entrada a la cavidad (antro) del proceso mastoideo y las celdillas mastoideas. Conecta el receso epitimánico con el antro mastoideo. Inferior a la entrada, se ubica una pequeña proyección hueca y cónica, la **pirámide (eminencia piramidal)**. La pirámide alberga el músculo **estapedio**; el tendón del músculo estapedio emerge de su vértice. La **parte principal del nervio facial** (NC VII) desciende dentro del conducto facial inmediatamente adyacente a la pared posterior. Esta estrecha relación forma la elevada **prominencia del conducto facial** a lo largo de la pared posterior. Una pequeña abertura inferior a la pirámide transmite el **nervio cuerda del tímpano** desde el nervio facial hacia la cavidad timpánica.

La **pared medial (laberíntica)** separa la cavidad timpánica del oído interno. Así, la pared medial de esta cavidad es la pared lateral del oído interno. La mayor parte de esta pared presenta una proyección redondeada, el **promontorio**, originado por el primer giro subyacente de la cóclea (*véanse figs. 12-69 a 12-71*). La **ventana oval (ventana vestibular)**, que está cerrada por la **base del estribo**, se localiza arriba y detrás del promontorio (*véanse figs. 12-70 y 12-71*). La **ventana redonda (ventana coclear)**, que es redonda y está cerrada por la **membrana timpánica secundaria**, yace posterosuperior con respecto al promontorio. La **prominencia del canal facial** es una elevación sobre la ventana oval formada por el nervio facial adyacente dentro del canal facial. Aparece tanto en la pared medial como en la posterior. Discurre horizontalmente sobre el promontorio y la ventana oval y luego se curva inferiormente en la pared posterior, por detrás de la pirámide. La **prominencia del conducto semicircular lateral** es una elevación sobre la prominencia del canal facial formada por el conducto semicircular lateral. La plataforma ósea que se extiende desde la pared anterior hasta la pared medial sostiene el **músculo tensor del tímpano**. Su extremo posterior está curvado superiormente y forma una polea, el **proceso cocleariforme**, alrededor de la cual el tendón del tensor del tímpano se dobla lateralmente para alcanzar su inserción en el manubrio del martillo.

La **pared lateral (membranosa)** está formada en gran parte por la membrana timpánica (*véanse figs. 12-68 y 12-71A*). Esta pared tiene una **parte superior** formada por el receso epitimánico y una **parte inferior** constituida por el tímpano.

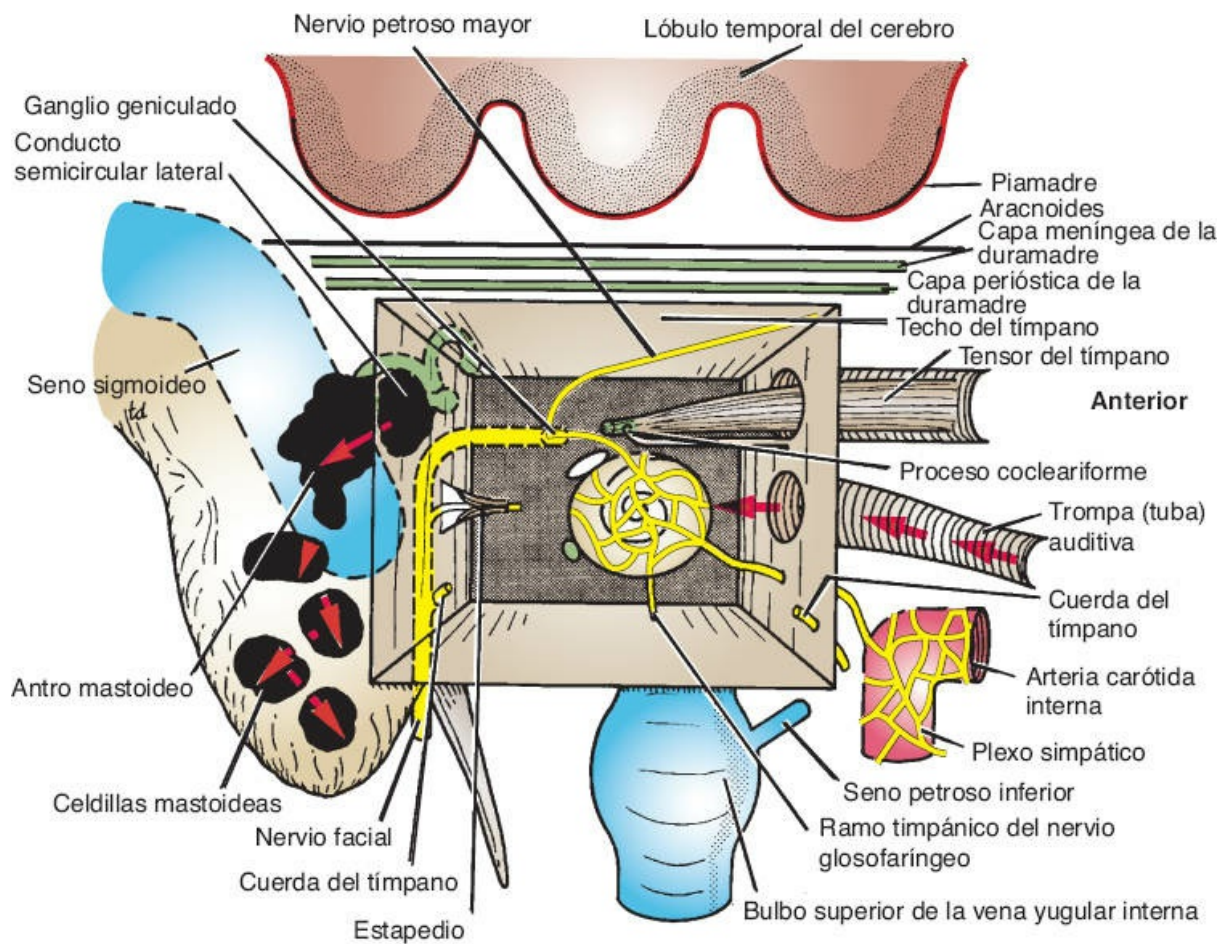


Figura 12-70 Oído medio y sus relaciones.

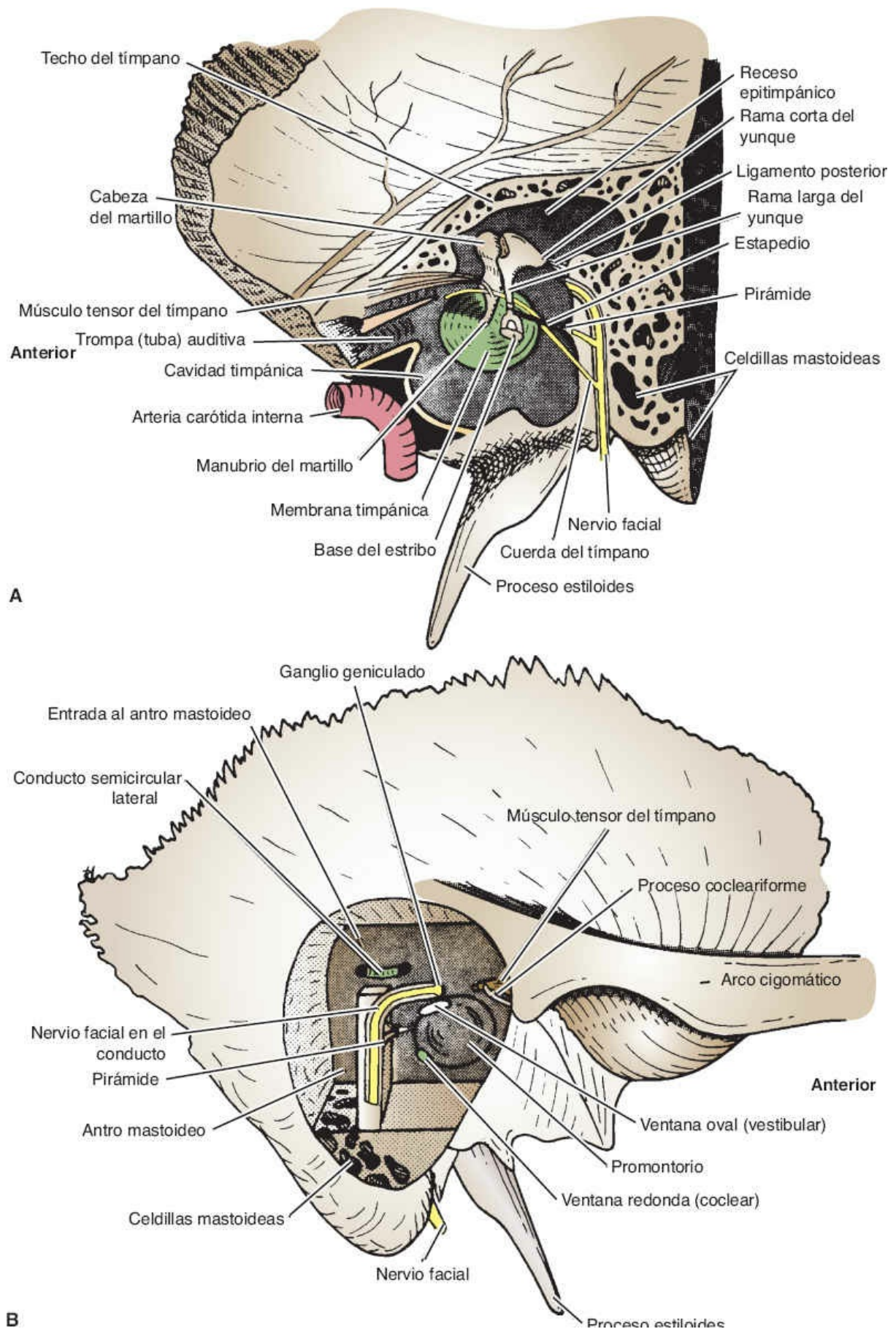


Figura 12-71 A. Pared lateral del oído medio derecho (cara medial). Obsérvese la posición de los huesecillos y el antro mastoideo. B. Pared medial del oído medio derecho (cara lateral). Nótese la

posición del nervio facial en su canal óseo.

Huesecillos del oído y músculos asociados

Los tres huesecillos del oído son el martillo, el yunque y el estribo (*véanse figs. 12-69 y 12-71*). Los tres forman un puente óseo y móvil desde la membrana timpánica hasta la ventana oval. Las articulaciones entre los huesecillos son de tipo sinovial.

El **martillo** es el más grande y tiene una cabeza, un cuello, un largo proceso (manubrio), un proceso anterior y otro lateral. La **cabeza** es redondeada y se articula posteriormente con el yunque. El **cuello** es la parte estrecha debajo de la cabeza. El **manubrio** pasa posteroinferiamente y está firmemente sujeto a la cara medial de la membrana timpánica. En la exploración otoscópica, es visible a través de la membrana timpánica. El **proceso anterior** es una espícula ósea que se conecta con la pared anterior de la cavidad timpánica a través de un ligamento. El **proceso lateral** se proyecta lateralmente y se inserta en los pliegues anterior y posterior del martillo.

El **yunque** tiene un gran cuerpo y dos ramas. El **cuerpo** es redondeado y se articula anteriormente con la cabeza del martillo. La cabeza del martillo y el cuerpo del yunque ocupan gran parte del receso epitimpánico. La **rama larga** desciende posterior y paralela al manubrio del martillo. Su extremo inferior se dobla medialmente y se articula con la cabeza del estribo. A veces, puede reconocerse su sombra sobre la membrana timpánica en la otoscopia. La **rama corta** se proyecta posteriormente y se inserta en la pared posterior de la cavidad timpánica a través de un ligamento.

El **estribo** tiene una cabeza, un cuello, dos ramas y una base. La **cabeza** es pequeña y se articula con la rama larga del yunque. El **cuello** es estrecho y recibe la inserción del músculo estapedio. Las dos **ramas** se separan del cuello y se fijan a la base ovalada. El borde de la **base (reposapiés)** se inserta en el borde de la ventana oval a través de un anillo de tejido fibroso, el **ligamento anular**.

Dos músculos, el **tensor del tímpano** y el **estapedio**, se insertan en los huesecillos. El músculo estapedio es el músculo esquelético más pequeño del cuerpo humano. Los detalles de los músculos se resumen en la [tabla 12-8](#).

Movimiento de los huesecillos del oído

El martillo y el yunque rotan en un eje anteroposterior que discurre a través del ligamento que conecta el proceso anterior del martillo con la pared anterior de la cavidad timpánica, el proceso anterior del martillo y la rama corta del yunque, y el ligamento que conecta la rama corta del yunque con la pared posterior de la cavidad timpánica (*fig. 12-72*).

Cuando la membrana timpánica se mueve medialmente, el manubrio del martillo también se mueve en esa dirección. La cabeza del martillo y el cuerpo del yunque se mueven lateralmente. La rama larga del yunque se mueve medialmente con el estribo. La base del estribo es desplazada medialmente en la ventana oval, y el movimiento es comunicado a la perilinfa en la rampa vestibular del oído interno. Debido a que el líquido no puede comprimirse, la

perilinfia causa una protrusión hacia afuera de la membrana timpánica secundaria en la ventana redonda, en el extremo inferior de la rampa timpánica. Los movimientos mencionados se invierten si la membrana timpánica se mueve lateralmente. Los movimientos laterales excesivos de la cabeza del martillo causan una separación temporal de las superficies articulares entre el martillo y el yunque, de modo que la base del estribo es traccionada lateralmente desde la ventana oval.

Durante el paso de las vibraciones de la membrana timpánica a la perilinfa a través de los huesecillos, el movimiento de palanca aumenta a una tasa de 1,3 a 1. Además, el área de la membrana timpánica es unas 17 veces mayor que la de la base del estribo, lo que hace que la presión eficaz sobre la perilinfa aumente en un total de 22 a 1.

Trompa (tuba) auditiva

La **trompa (tuba) auditiva (faringotimpánica)** conecta la pared anterior de la cavidad timpánica con la nasofaringe (véanse [figs. 12-68](#) a [12-70](#)). A medida que la tuba desciende, pasa sobre el borde superior del músculo constrictor superior.

La trompa iguala la presión del aire en el oído medio con la presión atmosférica, equilibrando así la presión en ambos lados de la membrana timpánica. Este equilibrio permite que el tímpano se mueva fácilmente. La tuba también funciona como una vía de drenaje para las secreciones serosas de la membrana mucosa que reviste el oído medio.

El **tercio lateral** de la trompa (tuba) auditiva es óseo y los **dos tercios mediales** son cartilaginosos. Toda la tuba está recubierta de una **mucosa** que es continua con el epitelio de la cavidad timpánica y la nasofaringe. La parte cartilaginosa tiene forma de “C”. La mucosa de la parte abierta de la “C” suele estar colapsada y en aposición con la mucosa que reviste el cartílago. Por lo tanto, para funcionar, la trompa (tuba) auditiva debe abrirse activamente.

Tabla 12-8 Músculos del oído medio

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Tensor del tímpano	Pared de la tuba (trompa) auditiva y pared de su propio canal	Manubrio del martillo	División mandibular del nervio trigémino	Amortigua las vibraciones de la membrana timpánica.
Estapedio	Pirámide del oído medio	Cuello del estribo	Nervio facial	Amortigua las vibraciones del estribo.

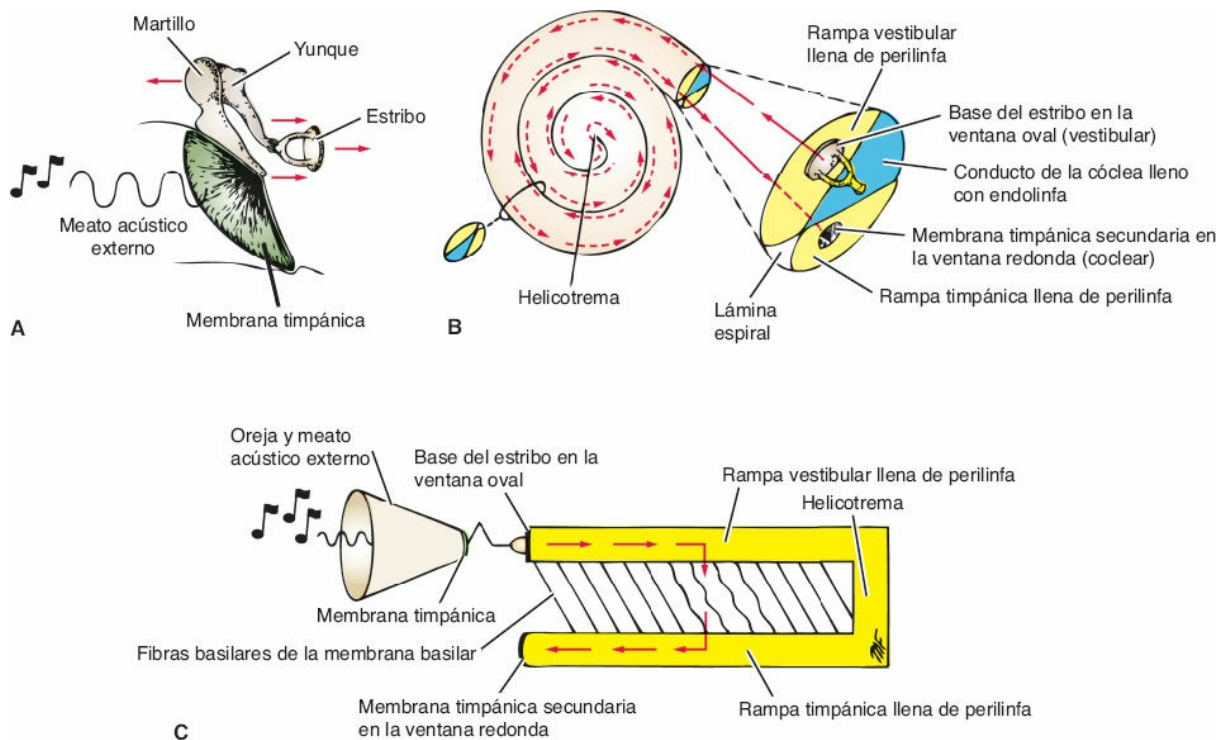


Figura 12-72 **A.** Las vibraciones musicales que pasan al meato acústico externo hacen que la membrana timpánica se mueva medialmente; la cabeza del martillo y el yunque se mueven lateralmente, y la rama larga del yunque, con el estribo, se mueven lateralmente. **B.** El movimiento medial de la base del estribo en la ventana oval causa movimiento (*flechas*) en la perilinfa en la rama vestibular. En el vértice de la cóclea (el helicotrema), la onda de compresión en la perilinfa pasa por la rama timpánica, causando un abultamiento lateral de la membrana timpánica secundaria en la ventana redonda. **C.** Movimiento de la perilinfa (*flechas*) después del movimiento de la base del estribo. Obsérvese la posición de las fibras basales de la membrana basilar.

Las contracciones de los músculos **tensor del velo del paladar** y **elevador del velo del paladar** hacen que la mucosa colapsada se separe de la pared del cartílago y abra la trompa (tuba) auditiva. Debido a que ambos músculos del paladar blando, la abertura de la tuba ocurre durante la actividad palatina, por ejemplo, al tragar y bostezar. Por lo tanto, son actividades óptimas para igualar la presión y drenar el oído medio. Piense en lo que debe hacer para que sus oídos hagan “pop” al cambiar de altitud.

Debido a la continuidad de la mucosa desde la nasofaringe hasta la trompa (tuba) auditiva y el oído medio, la tuba puede servir como vía para la diseminación de infecciones desde la nasofaringe hasta el oído medio.

Área mastoidea

El área mastoidea está formada por dos partes principales: 1) el antro mastoideo y 2) las celdillas aéreas mastoideas (*véanse figs. 12-70 y 12-71*).

El **antro mastoideo** es la cavidad principal dentro del proceso mastoideo del hueso temporal. La entrada al antro mastoideo en la pared posterior de la cavidad timpánica es la puerta que conduce desde el receso epitimpánico hasta el antro.

Las relaciones del antro mastoideo son importantes para comprender la

diseminación de infecciones.

- **Pared anterior.** Relacionada con la cavidad timpánica y contiene la entrada al antro mastoideo.
- **Pared posterior.** Separa el antro del seno venoso sigmoideo y el cerebelo.
- **Pared lateral.** Forma el suelo del triángulo suprameático y tiene un grosor de 1,5 cm.
- **Pared medial.** Relacionada con el conducto semicircular posterior.
- **Pared superior.** Una delgada lámina ósea, la pared tegmentaria de la cavidad timpánica, que se relaciona con las meninges de la fosa craneal media y el lóbulo temporal del cerebro.
- **Pared inferior.** Perforada con forámenes que permiten comunicar el antro con las celdillas aéreas mastoideas.

Las **celdillas aéreas mastoideas** son una red de tipo panal de espacios huecos dentro del proceso mastoides. Se continúan superiormente con el antro y están recubiertas de una membrana **mucosa** que es continua con la del antro y el resto del aparato del oído medio. Por lo tanto, la infección puede diseminarse fácilmente desde la cavidad timpánica hacia las celdillas aéreas mastoideas o viceversa. El proceso mastoides y las celdillas aéreas no están presentes al nacer. El proceso mastoides comienza a desarrollarse durante el segundo año de vida, en respuesta a la influencia del músculo esternocleidomastoideo.



Notas clínicas

Infecciones y otitis media

La *otitis media* es una infección aguda del oído medio. Se produce por la entrada de microorganismos patógenos en el oído medio debido a una infección de las vías respiratorias superiores; lo hacen ascendiendo por la mucosa común desde la nasofaringe hasta la trompa (tuba) auditiva. La inflamación de la mucosa puede causar obstrucción de la trompa (tuba) auditiva. Una infección aguda produce hinchazón y enrojecimiento de la membrana timpánica debido al aumento de la presión o la acumulación de líquido dentro de la cavidad timpánica. El resultado puede ser el desarrollo de problemas auditivos.

Complicaciones de la otitis media

El tratamiento inadecuado de la otitis media puede dar lugar a la diseminación de la infección hacia el antro mastoideo y a las celdillas aéreas mastoideas (**mastoiditis aguda**). La mastoiditis aguda puede seguirse de una mayor diseminación de patógenos más allá de los límites del oído medio. Dado que las meninges y el lóbulo temporal del cerebro yacen superiormente, una propagación de la infección en esta dirección podría producir **meningitis** o un **absceso cerebral** en el lóbulo temporal. Asimismo, dado que el nervio facial y el oído interno se localizan más allá de la pared medial del oído medio, una propagación de la infección en esta dirección puede causar una parálisis del nervio facial y **laberintitis** con **vértigo**. Por último, la pared posterior del antro mastoideo está relacionada con el seno venoso sigmoideo. Si la infección se propaga en esta dirección, puede producirse una **trombosis** en el seno sigmoideo.

Rotura de los huesecillos

La **otoesclerosis** es una formación ósea anómala que causa la fijación de la base del estribo en la ventana oval. La limitación resultante del movimiento del estribo puede causar una forma de sordera

denominada *de conducción*. La **hiperacusia** es un aumento agudo de la sensibilidad auditiva como consecuencia de la parálisis del músculo estapedio, en general a causa de una lesión del nervio facial. En este trastorno, se limita la movilidad normal del estribo, y la cadena de huesecillos no puede amortiguar eficazmente los sonidos repentinos y fuertes.

Nervios

Dos nervios craneales, el **facial** (NC VII) y el **glossofaríngeo** (NC IX), tienen relaciones significativas con el oído medio. Los detalles de cada nervio se han descrito anteriormente en este capítulo, en la sección sobre nervios craneales.

Nervio facial

El nervio facial entra en el canal facial en la parte inferior del meato acústico interno (véanse figs. 12-68 y 12-69). El nervio se extiende lateralmente sobre el vestíbulo del oído interno hasta que alcanza la pared medial del oído medio. Aquí, el nervio se expande para formar el **ganglio geniculado**, sensitivo (véanse figs. 12-70 y 12-71). A continuación, el nervio gira bruscamente posteriormente sobre el promontorio. Al llegar a la pared posterior del oído medio, se curva inferiormente en la cara medial de la entrada al antro mastoideo. Desciende sobre la pared posterior del oído medio, posterior a la pirámide, y finalmente emerge a través del foramen estilomastoideo en la base exterior del cráneo.

RAMOS IMPORTANTES DE LA PORCIÓN INTRAPETROSA

- El **nervio petroso mayor** se origina a partir del nervio facial en el ganglio geniculado. Contiene fibras parasimpáticas preganglionares que pasan al ganglio pterigopalatino y se transmiten a través de los nervios cigomático y lagrimal a la glándula lagrimal; otras fibras posganglionares pasan a través de los nervios nasal y palatino hasta las glándulas de la mucosa de la nariz y el paladar. También puede contener fibras gustativas de la membrana mucosa del paladar. El nervio emerge en la cara superior de la porción petrosa del hueso temporal, avanza y cae en el foramen rasgado. Se une al **nervio petroso profundo** del plexo simpático sobre la arteria carótida interna, y los dos forman el **nervio del canal pterigoideo** en el labio anterior del foramen rasgado. Este nervio discurre anteriormente y entra en la fosa pterigopalatina, donde termina en el **ganglio pterigopalatino**.
- El **nervio para el músculo estapedio** se origina a partir del nervio facial cuando descende por el canal facial posterior a la pirámide. Inerva el músculo dentro de la pirámide.
- El **nervio cuerda del tímpano** se origina a partir del nervio facial justo dentro del foramen estilomastoideo. Entra en el oído medio cerca del borde posterior de la membrana timpánica, discurre anteriormente a través de la cara interna de la membrana timpánica y cruza la raíz del manubrio del martillo. Se localiza en el intervalo entre la mucosa y las capas fibrosas de la membrana timpánica, lo que explica la denominación del nervio. El nervio sale del oído medio a través de la fisura petrotimpánica y entra en la fosa infratemporal, donde se une con el nervio lingual. El cuerda del tímpano contiene **fibras gustativas** de

la mucosa que cubre los dos tercios anteriores de la lengua (no las papilas circunvaladas). Las fibras gustativas son las prolongaciones periféricas de las células en el ganglio geniculado. El nervio también transporta **fibras secretomotoras parasimpáticas preganglionares** que llegan al **ganglio submandibular** y son transmitidas a las glándulas salivares submandibular y sublingual.

Nervio glosofaríngeo

El **nervio timpánico** se origina a partir del nervio glosofaríngeo inmediatamente inferior al foramen yugular (véase fig. 12-64B). Pasa a través del suelo del oído medio y sobre el promontorio (véase fig. 12-70). Aquí, se divide en ramos, que forman el **plexo timpánico**. El plexo timpánico inerva el revestimiento del oído medio y emite el **nervio petroso menor**, que envía fibras secretomotoras a la glándula parótida a través del ganglio ótico. El nervio **carotidotimpánico** es un nervio simpático que se ramifica desde el plexo carotídeo y se une al nervio timpánico en la formación del plexo timpánico.

Oído interno

El oído interno (laberinto) se localiza en la porción petrosa del hueso temporal, medial al oído medio (véase fig. 12-69). Está formado por el **laberinto óseo**, que incluye una serie de cavidades dentro del hueso, y el **laberinto membranoso**, que consiste en una serie de sacos y conductos membranosos contenidos dentro del laberinto óseo.

Laberinto óseo

El laberinto óseo consta de tres partes: **vestíbulo**, **conductos semicirculares** y **cóclea** (fig. 12-73A). Todas son cavidades localizadas en la sustancia de un hueso denso. Están revestidas por endostio y contienen un líquido transparente, la perilinfa, en el interior del cual se suspende el laberinto membranoso.

El **vestíbulo**, la parte central del laberinto óseo, se localiza posterior a la cóclea y anterior a los conductos semicirculares. En su pared lateral se localiza la **ventana oval**, cerrada por la base del estribo y su ligamento anular, y la **ventana redonda**, que está cerrada por la membrana timpánica secundaria. El **sáculo** y el **utrículo** del laberinto membranoso se alojan dentro del vestíbulo.

Los tres **conductos semicirculares (superior, posterior y lateral)** se abren en la parte posterior del vestíbulo. Cada conducto tiene una protrusión en un extremo llamada **ampolla**. Los conductos se abren en el vestíbulo a través de cinco orificios, uno de los cuales es común a dos de los conductos. Los **conductos semicirculares membranosos** se alojan dentro de los conductos semicirculares óseos.

El **conducto semicircular superior** es vertical y se ubica en ángulo recto con respecto al eje longitudinal del hueso petroso. El **conducto semicircular posterior** también es vertical, pero paralelo al eje longitudinal del hueso petroso. El **conducto semicircular lateral** está en posición horizontal, y se localiza en la

pared medial de la entrada al antro mastoideo, superior al canal del nervio facial.

La **cóclea** se parece a la concha de un caracol. Se abre hacia la parte anterior del vestíbulo. Básicamente, está formada por un pilar central, el **modiolo**, alrededor del cual un tubo óseo hueco da dos vueltas y media en espiral. Cada giro sucesivo tiene un radio decreciente, de modo que toda la estructura es cónica. El vértice mira en dirección anterolateral y la base en dirección posteromedial. El primer giro basal de la cóclea origina el **promontorio** que se observa en la pared medial del oído medio.

El modiolo tiene una base ancha, que se localiza en la parte inferior del meato acústico interno. Algunos ramos del nervio coclear lo perforan. Una cornisa espiralada, la **lámina espiral**, se enrolla alrededor del modiolo y se proyecta hacia el interior del canal, al cual divide parcialmente. La **membrana basilar** se extiende desde el borde libre de la lámina espiral hasta la pared ósea externa, dividiendo así el conducto coclear en la **rampa vestibular** superiormente y la **rampa timpánica** inferiormente. La **perilinf**a de la rampa vestibular está separada del oído medio por la base del estribo y el ligamento anular en la ventana oval. La perilinf en el rampa timpánica está separada del oído medio por la membrana timpánica secundaria en la ventana redonda.

Laberinto membranoso

El laberinto membranoso está alojado dentro del laberinto óseo (véase [fig. 12-73B](#)). Está lleno de **endolinf**a y rodeado de **perilinf**a. Está formado por el **utrículo** y el **sáculo**, alojados en el vestíbulo óseo; los **tres conductos semicirculares membranosos**, que se localizan dentro de los conductos semicirculares óseos; y el **conducto coclear** dentro de la cóclea ósea. Todas estas estructuras se comunican libremente.

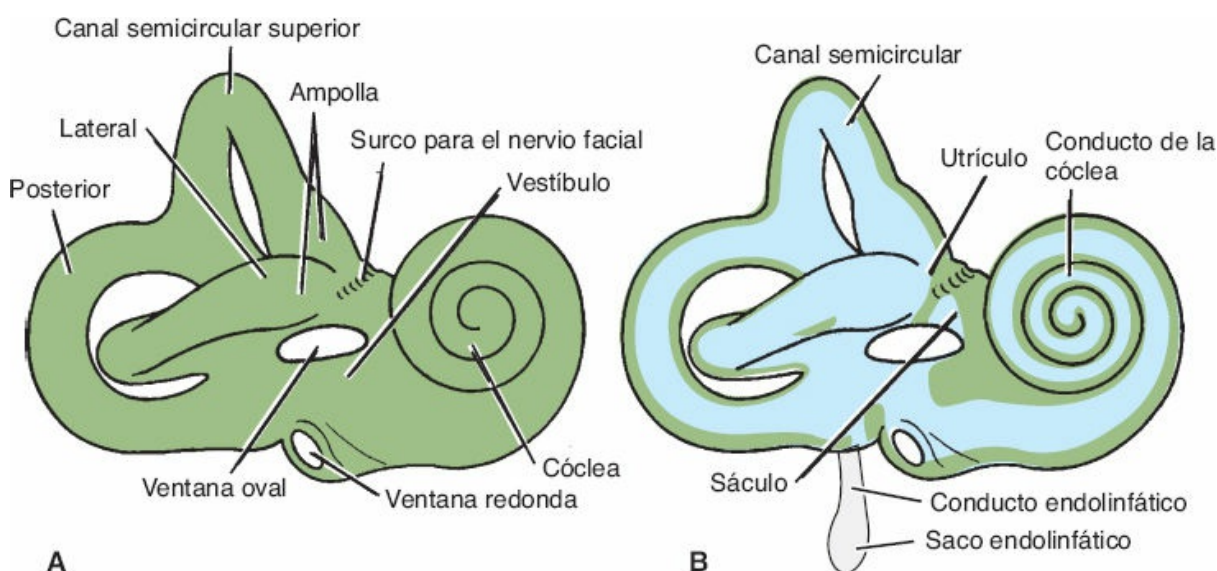


Figura 12-73 Laberintos óseo (A) y membranoso (B).

El **utrículo** es el más grande de los dos sacos vestibulares. Está conectado indirectamente al sáculo y al **conducto endolinfático** a través del **conducto**

utriculosacular.

El **sáculo** es globular y está conectado con el utrículo, como se ha descrito anteriormente. Tras unirse con el conducto utriculosacular, el conducto endolinfático termina en una pequeña bolsa ciega, el **saco endolinfático**. Este se localiza inferior a la duramadre en la cara posterior de la porción petrosa del hueso temporal.

En las paredes del utrículo y el sáculo se ubican receptores sensoriales especializados, sensibles a la orientación de la cabeza de acuerdo con la gravedad y con otras fuerzas de aceleración.

Los conductos semicirculares membranosos, aunque mucho más pequeños en diámetro que los conductos semicirculares óseos, tienen la misma configuración. Están dispuestos en ángulos rectos entre sí para poder representar los tres planos. Cuando la cabeza comienza o deja de moverse, o cuando un movimiento de la cabeza acelera o desacelera, la endolinfa de los canales semicirculares membranosos cambia su velocidad de movimiento en relación con la de las paredes de los canales semicirculares óseos. Este cambio es detectado por los receptores sensitivos en la **ampolla de los conductos semicirculares**.

La sección transversa del **conducto coclear** es triangular; está conectado con el sáculo a través del **conducto reuniens**. El epitelio altamente especializado de la membrana basilar forma el **órgano espiral (de Corti)** y contiene los receptores sensoriales para la audición. Puede obtenerse una descripción detallada del órgano espiral en un libro de texto de histología.

Nervio vestibulococlear

El nervio vestibulococlear (NC VIII) se divide en las porciones vestibular y coclear en la parte inferior del meato acústico interno.

El **nervio vestibular** se expande para formar el **ganglio vestibular**. A continuación, los ramos del nervio perforan el extremo lateral del meato acústico interno y entran en el laberinto membranoso, donde inervan el utrículo, el sáculo y la ampolla de los canales semicirculares membranosos.

El **nervio coclear** se divide en ramos, que entran en el foramen en la base del modiolos. El ganglio sensitivo de este nervio toma la forma de un **ganglio espiral** alargado que se aloja en un conducto que serpentea alrededor del modiolos en la base de la lámina espiral. Los ramos periféricos de este nervio pasan del ganglio al **órgano espiral (de Corti)**.

SISTEMA DIGESTIVO

Tres componentes principales del sistema digestivo atraviesan la cabeza y el cuello: 1) la **cavidad bucal**, 2) la **faringe** y 3) el **esófago**.

Cavidad bucal

Para propósitos descriptivos, la cavidad bucal incluye los labios, los dientes, la

lengua, el paladar y las glándulas salivares.

Labios

Los labios son dos pliegues carnosos que rodean el orificio bucal (fig. 12-74). Están cubiertos externamente por piel, e internamente por mucosa. Contienen el músculo orbicular de la boca (de los labios) y los músculos que irradian de los labios a la cara (fig. 12-75). También se contienen los vasos sanguíneos y los nervios labiales, el tejido conjuntivo y muchas glándulas salivares pequeñas. El **filtrum** es el surco vertical, poco profundo, ubicado en la línea media sobre la cara del labio superior. Pliegues medianos de mucosa, los **frenillos labiales**, conectan la cara interna de los labios a las encías.

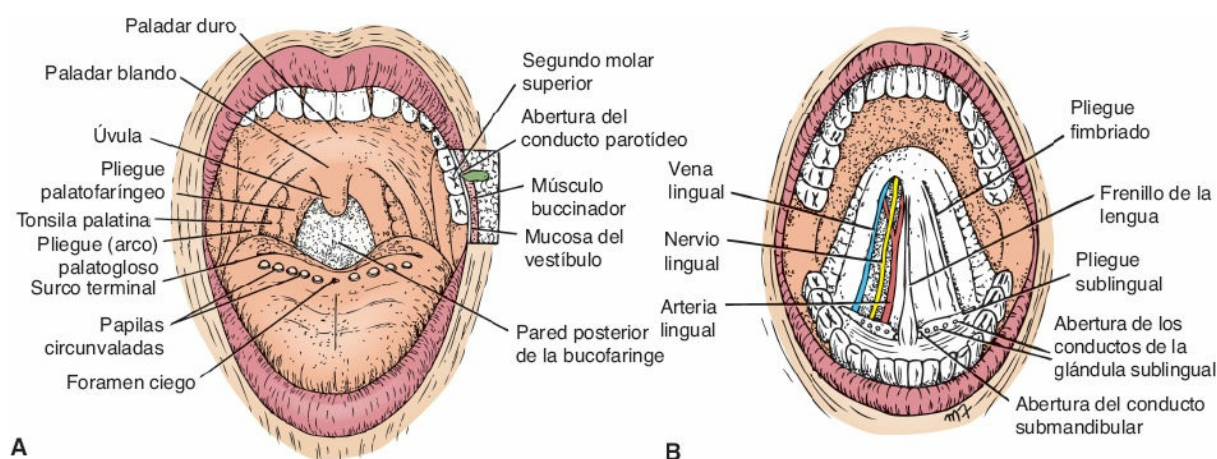


Figura 12-74 A. Cavidad bucal (vista anterior). La mejilla del lado izquierdo de la cara se ha abierto para mostrar el músculo buccinador y el conducto parotídeo. B. Superficie inferior de la lengua (vista anterior).

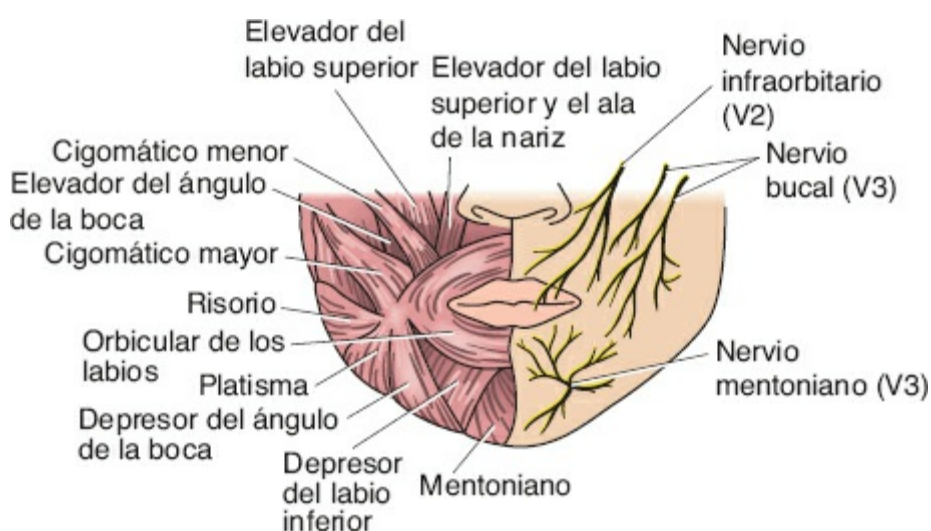


Figura 12-75 Disposición de los músculos faciales alrededor de los labios e inervación sensitiva de los labios.

Cavidad bucal

La cavidad bucal se extiende desde los labios hasta la faringe. Los pliegues

palatoglosos pares (véase [fig. 12-74](#)) forman el istmo de las fauces (bucofaríngeo), que es la entrada a la faringe. La cavidad bucal tiene dos componentes: el **vestíbulo** y la **cavidad bucal propiamente dicha**.

Vestíbulo

El *vestíbulo* es un espacio en forma de hendidura que se localiza entre los labios y las mejillas externamente y las encías y los dientes internamente (véase [fig. 12-88](#)). Se comunica con el exterior a través de la **hendidura bucal** entre los labios. Cuando la mandíbula y la maxila están cerradas, se comunica con la cavidad bucal propiamente dicha por detrás del tercer molar a cada lado. El vestíbulo está limitado superior e inferiormente por la reflexión de la mucosa de los labios y las mejillas sobre las encías.

La pared lateral del vestíbulo está formada por la **mejilla**, que está compuesta por el **músculo buccinador** y recubierta de **mucosa**. La mucosa está fijada al músculo buccinador por medio de fibras elásticas en la submucosa que evitan morder los pliegues redundantes de mucosa cuando las mandíbulas se cierran. La mucosa de las encías está firmemente adherida al periostio alveolar. El tono del músculo buccinador y el de los músculos de los labios mantiene las paredes del vestíbulo en contacto entre sí. El **conducto de la glándula parótida** se abre en una pequeña papila en el vestíbulo, opuesta al segundo molar superior.

Cavidad bucal propiamente dicha

La cavidad bucal propiamente dicha tiene un techo y un suelo. El **paladar** forma el techo; está formado por el **paladar duro** anteriormente y el **paladar blando** posteriormente.

El **suelo** está constituido en gran parte por los **dos tercios anteriores de la lengua** y la **reflexión de la mucosa** de los lados de la lengua hasta las encías de la mandíbula. Un pliegue en la línea media de la membrana mucosa, el **frenillo de la lengua**, conecta la cara inferior de la lengua con el suelo de la boca. Lateral al frenillo, la membrana mucosa forma un pliegue con flecos, el **pliegue fimbriado**.

El **conducto submandibular** de cada glándula submandibular se abre en el suelo de la boca en el extremo superior de una pequeña papila (carúncula) a cada lado del frenillo de la lengua. La glándula sublingual se proyecta hacia la boca, produciendo un ligero pliegue de la membrana mucosa, el **pliegue sublingual**. Numerosos conductos de la glándula se abren en el extremo superior de dicho pliegue.

Inervación sensitiva de la cavidad bucal

- **Techo.** Nervios palatino mayor y nasopalatino procedentes de la división maxilar del nervio trigémino ([fig. 12-76](#)).
- **Suelo.** Nervio lingual (sensibilidad general), un ramo de la división mandibular del nervio trigémino. Las fibras gustativas viajan en el nervio cuerda del tímpano, un ramo del nervio facial.

- **Mejillas.** Nervio bucal, un ramo de la división mandibular del nervio trigémino. Nota: el ramo bucal del nervio facial inerva el músculo buccinador, mientras que el nervio bucal proporciona fibras sensitivas a la mejilla.

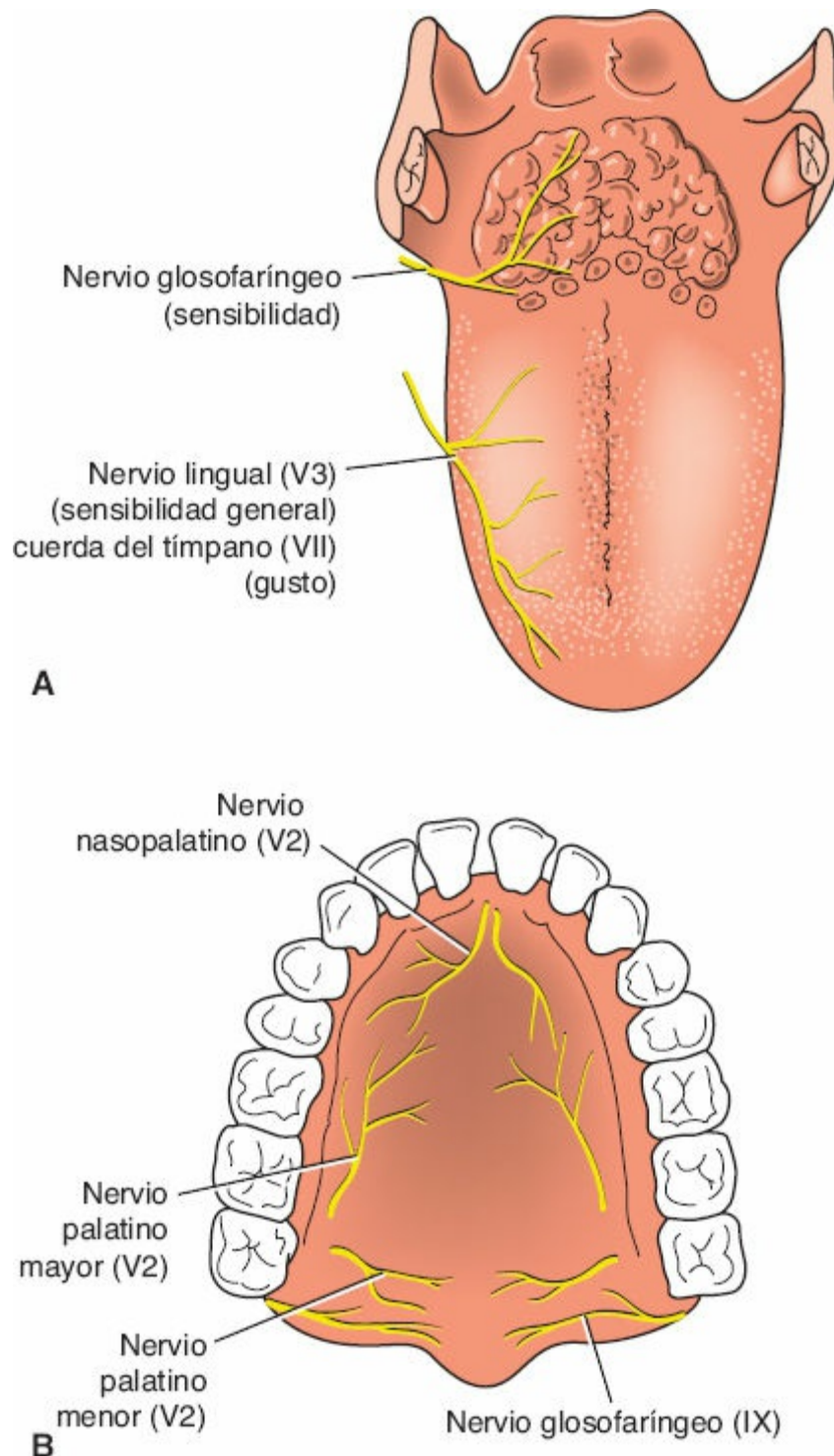


Figura 12-76 A. Inervación sensitiva de la mucosa de la lengua. B. Inervación sensitiva de la mucosa de los paladares duro y blando; las fibras del gusto viajan por los ramos del nervio maxilar (V2) y se unen con el ramo petroso mayor del nervio facial.



Relevancia clínica de la exploración bucal

La cavidad bucal es una de las áreas importantes del cuerpo que los clínicos deben examinar de forma rutinaria. Deben poder reconocer todas las estructuras visibles en la boca y estar familiarizados con las variaciones normales en el color de la membrana mucosa que cubre las estructuras subyacentes. Asimismo, deben conocer la innervación sensitiva y el drenaje linfático de la cavidad, así como recordar la estrecha relación del nervio lingual con el tercer molar inferior. La relación próxima del conducto submandibular con el suelo de la boca puede ayudar a palpar un cálculo en casos de inflamación periódica de la glándula submandibular.

Dientes

Los dientes se localizan en los **bordes alveolares** del maxilar y la mandíbula. Cada diente ocupa su propia cavidad y está anclado en su sitio por **ligamentos periodontales** (fig. 12-78). Esta fijación constituye un tipo de **articulación fibrosa**.

Los cuatro tipos de dientes son los incisivos, caninos, premolares y molares. Cada tipo tiene una **corona** recubierta de esmalte que se proyecta sobre la **encía** y una **raíz** incluida en el alvéolo. Consulte un texto de histología para obtener más detalles sobre la estructura de los dientes.

Los seres humanos tienen dos generaciones sucesivas de dientes superpuestos. Los primeros dientes (**dentición primaria; dientes deciduos; dientes de leche**) comienzan a aparecer durante la lactancia y finalmente se caen. La **dentición permanente** reemplaza a la primaria con un mayor número de dientes, que se ordenan según el crecimiento de la mandíbula y los maxilares.

Los 20 dientes deciduos son cuatro incisivos, dos caninos y cuatro molares mandibulares y maxilares. Comienzan a erupcionar en torno a los 6 meses después del nacimiento hasta los 24 meses, cuando han erupcionado todos. Los dientes mandibulares suelen aparecer antes que los maxilares.

Los 32 dientes permanentes son cuatro incisivos, dos caninos, cuatro premolares y seis molares maxilares y mandibulares. Comienzan a erupcionar a los 6 años de edad. El último diente en salir es el tercer molar, algo que puede ocurrir entre los 17 y los 30 años. Los dientes mandibulares aparecen antes que los maxilares.



Notas embriológicas

Desarrollo de la cavidad bucal

La cavidad bucal se forma a partir de dos fuentes: una depresión externa, el **estomodeo**, que está revestido de **ectodermo**, y una parte inmediatamente posterior a esta, derivada del extremo cefálico de intestino anterior, y revestido de **entodermo**. La **membrana bucofaríngea** separa estas dos partes, pero se rompe y desaparece durante la tercera semana de desarrollo (fig. 12-77). Si esta membrana persistiera en la vida adulta, ocuparía un plano imaginario que se extendería oblicuamente desde la región del cuerpo del esfenoides, a través del paladar blando y hacia abajo hasta la cara interna de la mandíbula, hasta los dientes incisivos. Por lo tanto, las estructuras ubicadas en la boca y que son anteriores a este plano derivan del ectodermo, y el epitelio del paladar duro, los lados de la boca, los labios y el esmalte de los dientes son estructuras ectodérmicas. El epitelio secretor y las células que recubren los conductos de la parótida también derivan del

ectodermo. Por otro lado, el epitelio de la lengua, el suelo de la boca, los pliegues palatoglosos y palatofaríngeos y la mayor parte del paladar blando son de origen endodérmico. Los epitelios secretores y de los conductos de las glándulas salivares sublinguales y submandibulares también parecen ser de origen endodérmico.

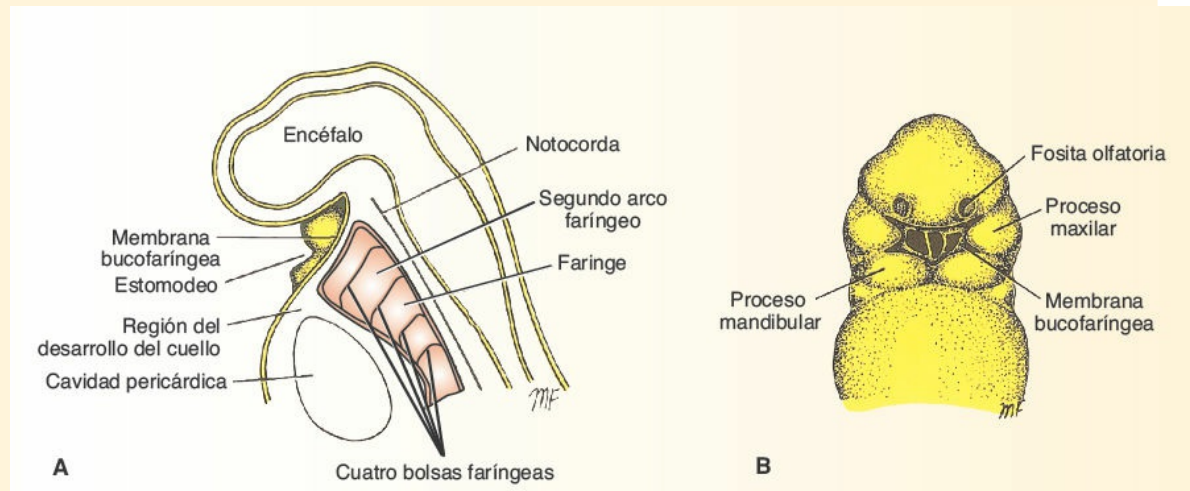


Figura 12-77 A. Sección sagital de un embrión que muestra la posición de la membrana bucofaríngea. B. Cara del embrión en desarrollo muestra la membrana bucofaríngea degradándose.

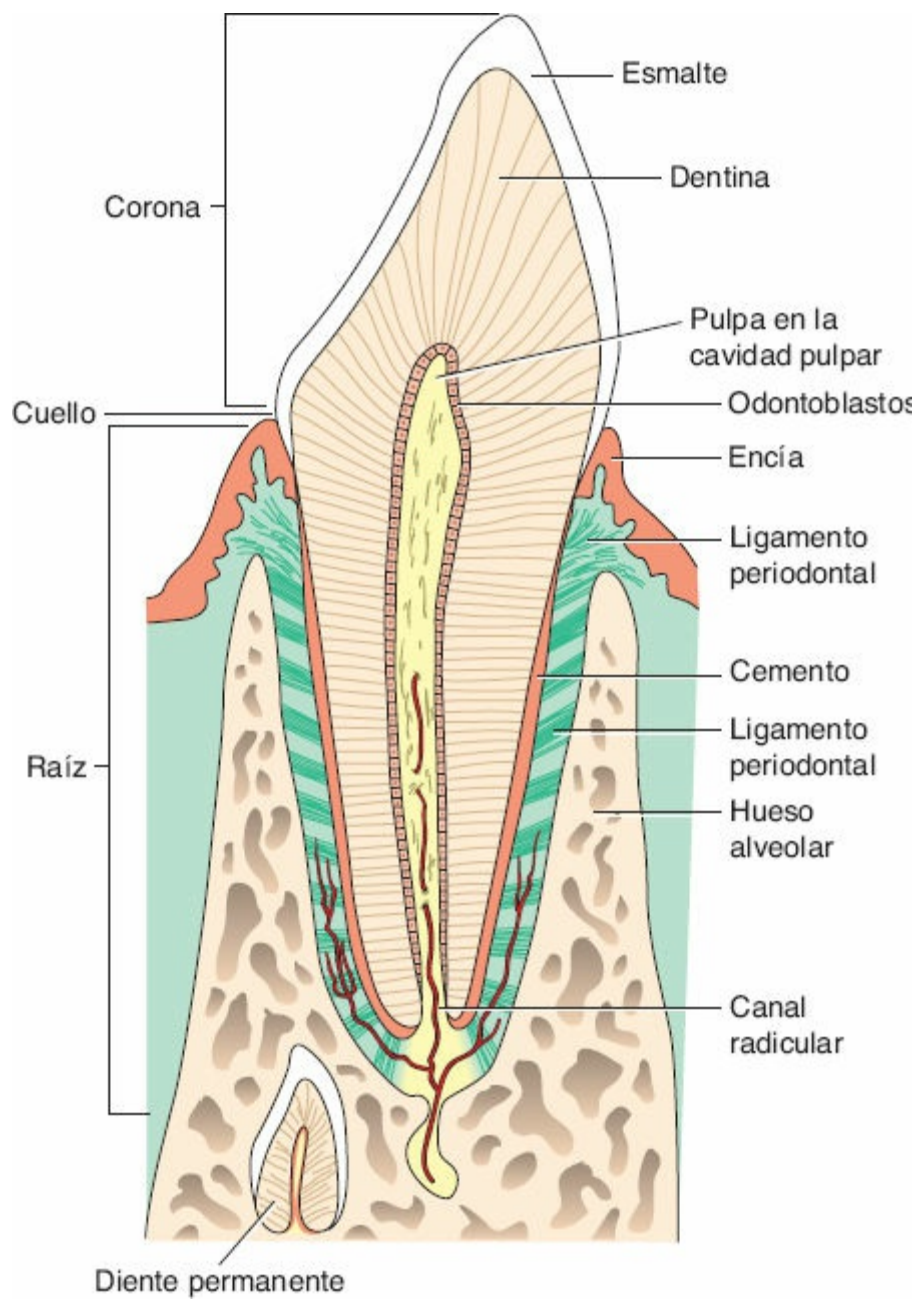


Figura 12-78 Sección sagital a través de la mandíbula y la encía que muestra un diente incisor temporal erupcionado y un diente permanente en desarrollo.

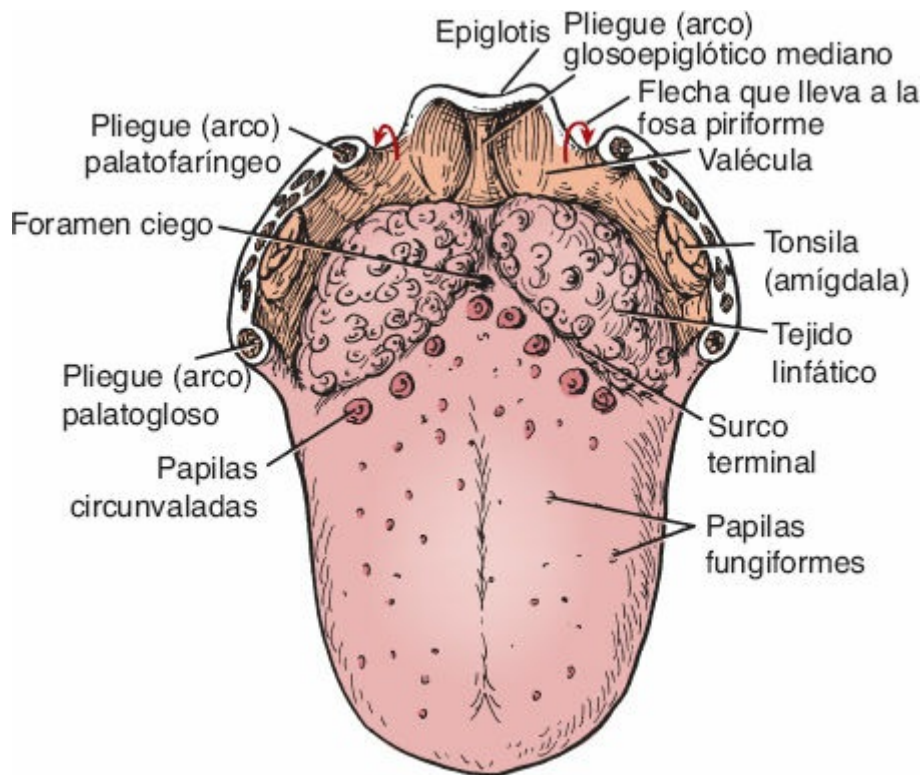


Figura 12-79 Cara dorsal de la lengua que muestra las tonsilas (amígdalas) palatinas y linguales, la epiglotis, las valéculas y la entrada a la fosa piriforme en cada lado (*flechas*).

Lengua

La lengua es una masa de músculo estriado recubierta de mucosa ([fig. 12-79](#)). Los músculos insertan la lengua en el proceso estiloides y el paladar blando superiormente, y a la mandíbula y el hueso hioides inferiormente. Un **tabique fibroso medio** divide la lengua en las mitades derecha e izquierda.

Mucosa lingual

Un surco en forma de “V”, el **surco terminal**, divide la mucosa de la cara superior de la lengua en dos partes, anterior y posterior. El vértice del surco se proyecta posteriormente hacia un pequeño hoyuelo, el **foramen ciego**. El surco divide la lengua en **dos tercios anteriores (parte bucal; cuerpo)** y el **tercio posterior (parte faríngea; raíz)**. El foramen ciego es un vestigio embrionario y constituye el extremo superior del **conducto tirogloso**.

La cara superior de los dos tercios anteriores de la lengua presenta tres tipos de papilas: las **papilas filiformes**, las **papilas fungiformes** y las **papilas circunvaladas**. Las grandes papilas circunvaladas se localizan junto al surco terminal y ayudan a identificar esa estructura.

La membrana mucosa que cubre el tercio posterior de la lengua carece de papilas, pero su superficie es irregular debido a la presencia de nódulos linfáticos subyacentes, las **tonsilas (amígdalas) linguales**.

La membrana mucosa de la cara inferior de la lengua se refleja desde la lengua hasta el suelo de la boca. Por delante de la línea media, la cara inferior de la lengua está conectada con el suelo de la boca por un pliegue de la mucosa, el

frenillo lingual (véase [fig. 12-74B](#)). A cada lado del frenillo, una vena lingual profunda es visible a través de la delgada mucosa. Lateral con respecto a la vena lingual, la mucosa forma un pliegue con flecos denominado **pliegue fimbriado**.

Músculos de la lengua

La lengua tiene dos grupos de músculos esqueléticos: los intrínsecos y los extrínsecos. Los **músculos intrínsecos** están confinados a la lengua y no se insertan en huesos. Los **músculos extrínsecos** se originan fuera de la lengua; se insertan en huesos y en el paladar blando. Los músculos de la lengua se resumen en la [tabla 12-9](#). Nota: el nervio hipogloso (NC XII) inerva todos los músculos de la lengua, excepto uno: el **palatogloso** (inervado por fibras vagales del plexo faríngeo).

Movimientos de la lengua

- **Protrusión.** Los músculos genioglosos en ambos lados actuando conjuntamente ([fig. 12-80](#)).
- **Retracción.** Los músculos estiloglosos e hioglosos en ambos lados actuando conjuntamente.

Tabla 12-9 Músculos de la lengua

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculos intrínsecos				
Longitudinal	Tabique medio y submucosa	Mucosa	Nervio hipogloso	Altera la forma de la lengua.
Transverso				
Vertical				
Músculos extrínsecos				
Geniogloso	Espina geniana (mentoniana) superior de la mandíbula	Se mezcla con otros músculos de la lengua	Nervio hipogloso	Protruye el ápice de la lengua fuera de la boca.
Hiogloso	Cuerpo y cuerno mayor de hueso hioides	Se mezcla con otros músculos de la lengua	Nervio hipogloso	Deprime la lengua.
Estilogloso	Proceso estiloides del hueso temporal	Se mezcla con otros músculos de la lengua	Nervio hipogloso	Mueve la lengua en sentido posterosuperior.
Palatogloso	Aponeurosis palatina	Lados de la lengua	Nervio vago (plexo faríngeo)	Tira posterosuperiormente de las raíces de la lengua, estrecha el istmo de las fauces (bucofaríngeo).

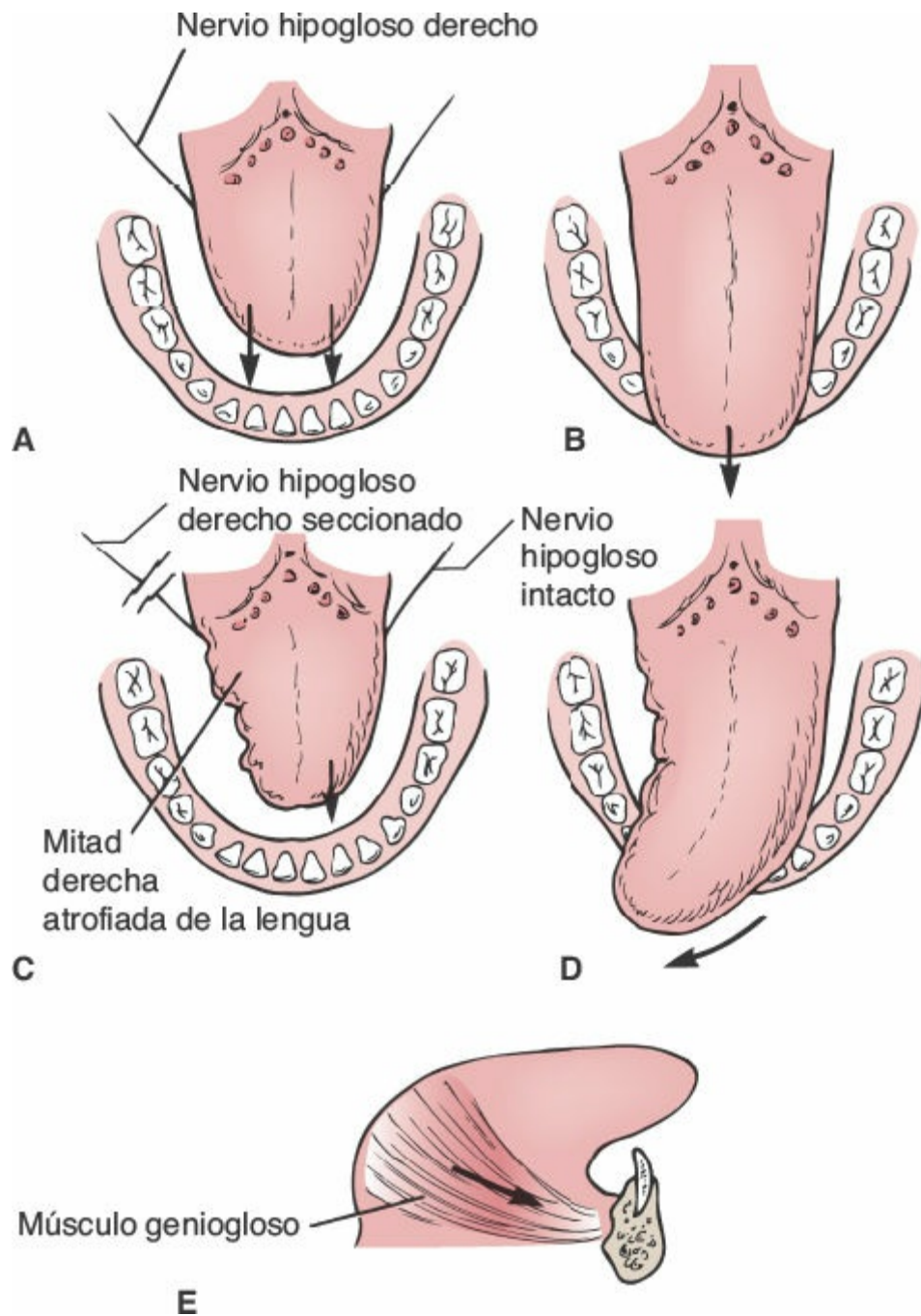


Figura 12-80 Representación esquemática de la acción de los músculos genioglosos de la lengua. **A.** Los músculos derecho e izquierdo se contraen por igual, y, como resultado (**B**), el ápice (punta) de la lengua protruye por la línea media. **C.** El nervio hipogloso derecho (que inerva el músculo geniogloso y los músculos intrínsecos de la lengua en el mismo lado) está seccionado y, como resultado, el lado derecho de la lengua está atrofiado y arrugado. **D.** Cuando se solicita al paciente que saque la lengua, la punta se proyecta hacia el lado de la lesión nerviosa. **E.** Inserciones y dirección de tracción del músculo geniogloso.

- **Depresión.** Los músculos hioglosos en ambos lados actuando conjuntamente.
- **Retracción y elevación del tercio posterior.** Los músculos estiloglosos y palatoglosos en ambos lados actuando conjuntamente.
- **Cambios de forma.** Músculos intrínsecos.

Vascularización

La arteria lingual, la rama amigdalina de la arteria facial y la arteria faríngea ascendente irrigan la lengua. Las venas drenan en la vena yugular interna.

Drenaje linfático

- **Ápice.** Nódulos linfáticos submentonianos.
- **Lados de los dos tercios anteriores.** Nódulos linfáticos submandibulares y cervicales profundos.
- **Tercio posterior.** Nódulos linfáticos cervicales profundos.

Inervación sensitiva

- **Dos tercios anteriores.** Ramos del nervio lingual de la división mandibular del nervio trigémino (sensibilidad general) y el ramo del cuerda del tímpano del nervio facial (gusto).
- **Tercio posterior.** Nervio glossofaríngeo (sensibilidad general y gusto).



Notas clínicas

Laceración de la lengua

Tras un golpe en la barbilla cuando la lengua está parcialmente salida de la boca, los dientes del paciente a menudo producen una herida en la lengua. Esto también puede ocurrir cuando un paciente se muerde accidentalmente la lengua mientras come, durante la recuperación anestésica o durante un ataque epiléptico. La hemorragia se detiene comprimiendo la lengua entre los dedos por detrás de la laceración, ocluyendo así las ramas de la arteria lingual.

Pruebas para la integridad del nervio hipogloso

Solicitar al paciente que saque la lengua es una prueba básica para evaluar la función del nervio hipogloso (véase [fig. 12-80](#)). La desviación del ápice (punta) de la lengua indica una lesión del nervio en el lado donde se produce la desviación, es decir, el nervio ipsilateral.



Notas embriológicas

Desarrollo de la lengua

Alrededor de la cuarta semana, aparece una protuberancia mediana (**tubérculo impar**) en la pared ventral endodérmica o suelo de la faringe ([fig. 12-81](#)). Un poco más tarde, otra protuberancia, la **prominencia lingual lateral** (derivada del extremo anterior de cada primer arco faríngeo), aparece a cada lado del tubérculo impar. A continuación, las prominencias linguales laterales se agrandan, crecen medialmente, y se fusionan entre sí y con el tubérculo impar. Las prominencias linguales forman así los dos tercios anteriores (cuerpo) de la lengua. Dado que derivan de los primeros arcos faríngeos, el nervio lingual (un ramo del nervio mandibular) proporciona la sensibilidad general a las prominencias linguales. El nervio cuerda del tímpano (del NC VII) también inerva esta área y proporciona fibras gustativas.

Mientras tanto, una segunda protuberancia medial, la **cópula lingual**, aparece en el suelo de la faringe por detrás del tubérculo impar. La cópula se extiende anteriormente a cada lado del tubérculo y adquiere una forma de “V”. Más o menos en este momento, los extremos anteriores de los arcos faríngeos segundo, tercero y cuarto están entrando en esta región. Los extremos anteriores

del tercer arco de cada lado crecen más que el resto de los arcos y se extienden hacia la cópula, fusionándose Medialmente. La cópula desaparece. Así, la membrana mucosa del tercio posterior de la lengua se forma a partir de los terceros arcos faríngeos, y el nervio glossofaríngeo proporciona tanto sensibilidad general como el gusto en esta área.

Los dos tercios anteriores (cuerpo) de la lengua se separan del tercio posterior (raíz) mediante un surco, el **surco terminal**, que constituye el intervalo entre las prominencias linguales de los primeros arcos faríngeos y los extremos anteriores de los terceros arcos faríngeos. Alrededor del borde del cuerpo de la lengua, las células endodérmicas proliferan y crecen inferiormente en el mesénquima subyacente. Luego, estas células degeneran para que esta parte de la lengua quede libre. Algunas de las células endodérmicas permanecen en la línea media y ayudan a formar el **frenillo de la lengua**.

Recuérdese que las **papilas circunvaladas** se localizan en la mucosa inmediatamente anteriores al surco terminal, y que sus papilas gustativas están inervadas por el nervio glossofaríngeo. Se considera que, durante el desarrollo, la membrana mucosa de la raíz de la lengua es desplazada ligeramente hacia delante, de manera que las fibras del NC IX atraviesan el surco terminal para inervar estas papilas gustativas.

Los **miotomas occipitales** dan lugar a los músculos de la lengua. Estos miotomas primero están estrechamente relacionados con el rombencéfalo en desarrollo y luego migran anteroinferiormente alrededor de la faringe y entran en la lengua. Durante su migración, los miotomas llevan consigo su inervación (NC XII), hecho que explica el largo trayecto curvo que sigue el nervio hipogloso a medida que discurre anteroinferiormente en el triángulo carotídeo del cuello.

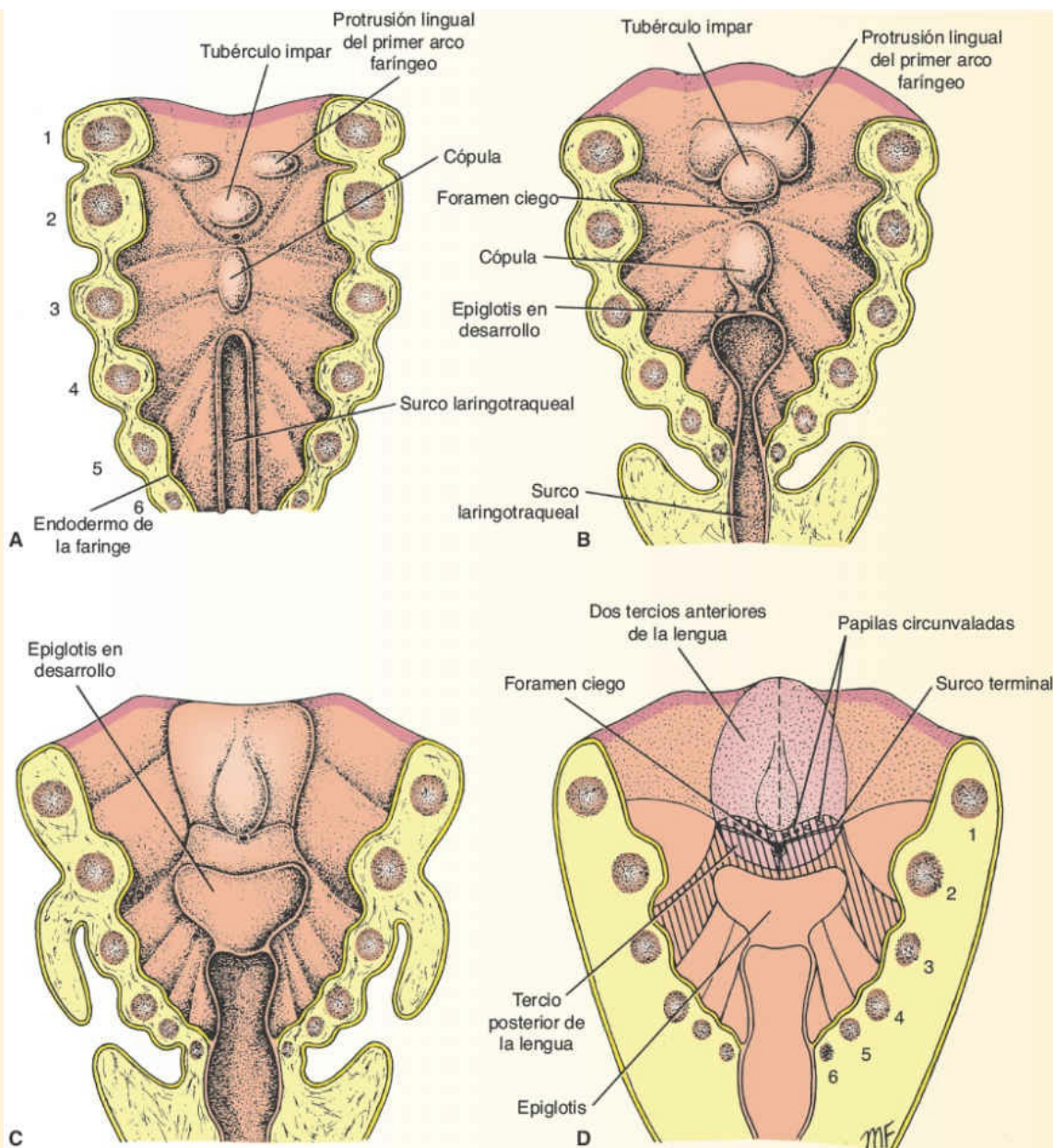


Figura 12-81 Etapas progresivas (A-D) del desarrollo del suelo de la faringe que muestran la formación de la lengua. Véase el texto para mayores detalles.

Paladar

El paladar forma el techo de la cavidad bucal y el suelo de la cavidad nasal. Tiene dos partes: el paladar duro anterior-mente y el paladar blando posteriormente. Los procesos palatinos de los maxilares y las láminas horizontales de los huesos palatinos forman el **paladar duro** (fig. 12-82B). Se continúa posteriormente con el paladar blando.

El **paladar blando** es un repliegue móvil unido al borde posterior del paladar duro (fig. 12-83). Su borde posterior libre presenta una proyección cónica en la línea media llamada **úvula**. El paladar blando se continúa en ambos lados con la pared lateral de la faringe.

El paladar blando está compuesto por mucosa, la aponeurosis palatina y varios músculos. La **mucosa** cubre las caras superior e inferior del paladar blando. La **aponeurosis palatina** es una lámina fibrosa unida al borde posterior del paladar duro. Es el tendón expandido del músculo tensor del velo del paladar (véase luego).

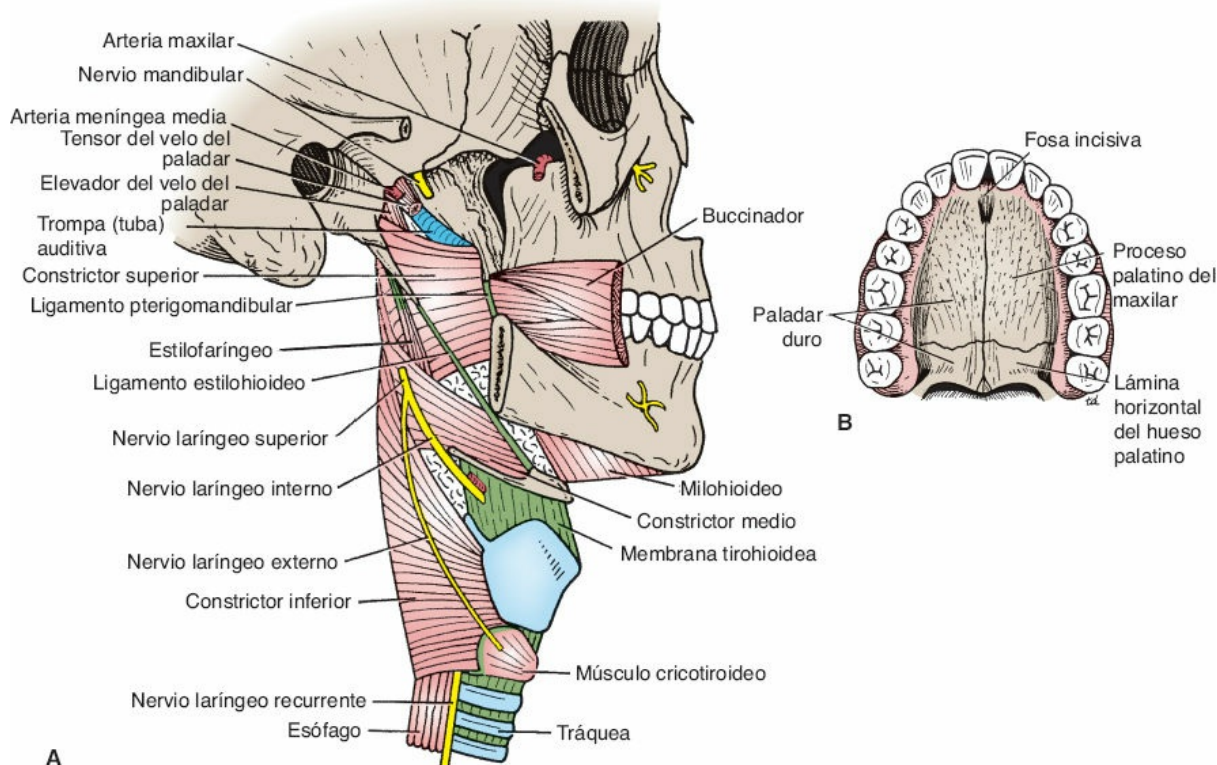


Figura 12-82 A. Los tres músculos constrictores de la faringe. También se muestran los nervios laríngeos superior y recurrente. B. Vista bucal del paladar duro con su composición ósea.

Los músculos del paladar blando son el **tensor del velo del paladar**, el **elevador del velo del paladar**, el **palatogloso**, el **palatofaríngeo** y el **músculo de la úvula**. Todos se resumen en la [tabla 12-10](#). Nota: el **nervio vago** (NC X), a través del plexo faríngeo, inerva todos los músculos del paladar blando, excepto uno, el **tensor del velo del paladar** (inervado por la división mandibular del nervio trigémino).

Las fibras musculares del tensor del velo del paladar convergen a medida que descienden desde su origen para formar un tendón estrecho, que gira medialmente alrededor del **gancho del proceso pterigoides**. El tendón, junto con el tendón del lado opuesto, se expande para formar la **aponeurosis palatina**. Cuando los músculos de los dos lados se contraen, el paladar blando se contrae para que pueda moverse superior o inferiormente como una hoja tensa.

Los músculos tensor y elevador del paladar también actúan sobre la mucosa de la trompa (tuba) auditiva y afectan la función del oído medio. Para más detalles, véase el análisis de estos músculos en la sección anterior sobre el oído medio.

Dos arcos se extienden a cada lado del paladar blando. El **arco palatogloso**

es un pliegue de la mucosa que contiene el **músculo palatogloso**, que se extiende desde el paladar blando hasta el lado de la lengua (véase [fig. 12-74](#) y [12-83](#)). El **arco palatogloso es el punto donde la cavidad bucal se convierte en la faringe**. El **arco palatofaríngeo** es un pliegue de la mucosa posterior al arco palatogloso y que se extiende inferolateralmente para unirse a la pared faríngea. Este arco contiene el **músculo palatofaríngeo**. Las **tonsilas (amígdalas) palatinas**, que son masas de tejido linfático, están ubicadas en la fosa tonsilar entre los arcos palatogloso y palatofaríngeo (véase [fig. 12-83](#)).

Movimientos del paladar blando

La elevación del paladar blando cierra el **istmo de las fauces** o **bucofaríngeo** (el conducto de comunicación entre las partes nasal y bucal de la faringe). Su cierre ocurre durante la producción de consonantes oclusivas en el habla y durante la deglución.

La contracción bilateral de los músculos elevadores del velo del paladar eleva el paladar blando. Al mismo tiempo, las fibras superiores del músculo constrictor superior se contraen y desplazan anteriormente la pared faríngea posterior. Los músculos palatofaríngeos en ambos lados también se contraen, de modo que los arcos palatofaríngeos son traccionados medialmente, como dos cortinas.

Inervación sensitiva

Los **nervios palatinos mayor y menor** de la división maxilar del nervio trigémino entran en el paladar a través de los forámenes palatinos mayor y menor (véase [fig. 12-76](#)). El nervio palatino mayor discurre anteriormente e inerva sobre todo el paladar duro. El nervio palatino menor pasa en su mayor parte posteriormente e inerva el paladar blando. El **nervio nasopalatino**, también un ramo del nervio maxilar, entra en la cara anterior del paladar duro a través del foramen incisivo. El nervio glossofaríngeo también inerva el paladar blando.

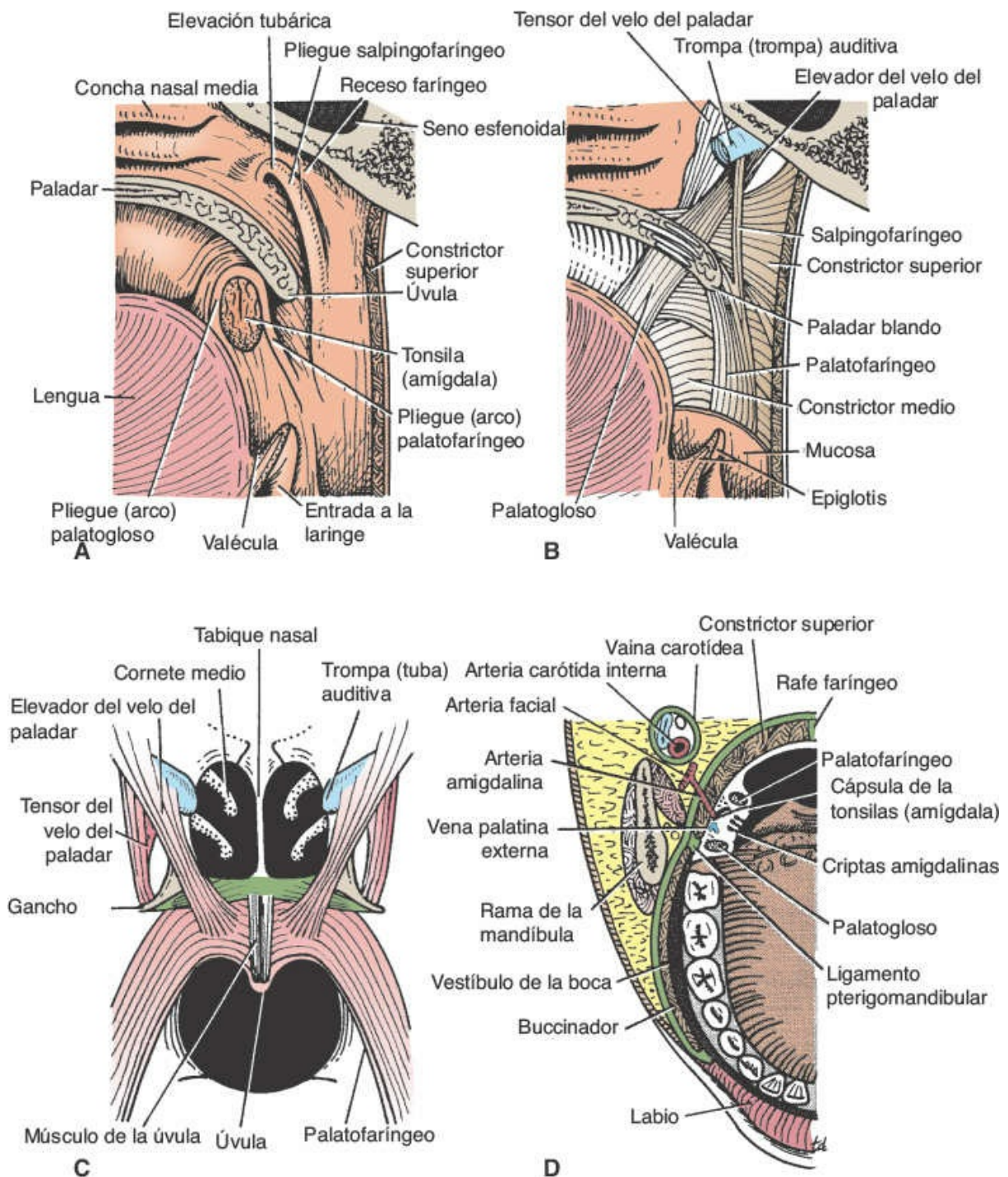


Figura 12-83 **A.** Unión de la nariz con la nasofaringe y de la boca con la bucofaringe. Obsérvese la posición de la tonsila (amígdala) palatina y la abertura de la tuba (trompa) auditiva. **B.** Músculos del paladar blando y la parte superior de la faringe. **C.** Músculos del paladar blando (vista inferior). **D.** Corte horizontal a través de la boca y la bucofaringe en la que se muestran las relaciones de la tonsila (amígdala) palatina.

Vascularización

La rama palatina mayor de la arteria maxilar, la rama palatina ascendente de la arteria facial y la arteria faríngea ascendente irrigan el paladar.

Drenaje linfático del paladar

La linfa drena en los nódulos linfáticos cervicales profundos.



Notas clínicas

Angioedema de la úvula (úvula de Quincke)

La úvula tiene un núcleo de músculo voluntario, el **músculo de la úvula**, que está unido al borde posterior del paladar duro. El músculo está rodeado por tejido conjuntivo laxo de la submucosa, que es responsable de la gran inflamación de esta estructura secundaria a un angioedema.

Tabla 12-10 Músculos del paladar blando

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Tensor del velo del paladar	Espina del esfenoides, trompa (tuba) auditiva	Con músculos del otro lado, forma la aponeurosis palatina	Nervio para el pterigoideo medial desde el nervio mandibular	Tensa el paladar blando.
Elevador del velo del paladar	Porción petrosa del hueso temporal, trompa (tuba) auditiva	Aponeurosis palatina	Plexo faríngeo (nervio vago)	Eleva el paladar blando.
Palatogloso	Aponeurosis palatina	Lado de la lengua	Plexo faríngeo (nervio vago)	Tira posterosuperiormente de las raíces de la lengua, estrecha el istmo de las fauces (bucofaríngeo).
Palatofaríngeo	Aponeurosis palatina	Borde posterior del cartílago tiroides	Plexo faríngeo (nervio vago)	Eleva la pared de la faringe, tira medialmente de los pliegues palatofaríngeos.
Músculo de la úvula	Borde posterior del paladar duro	Membrana mucosa de la úvula	Plexo faríngeo (nervio vago)	Eleva la úvula.



Notas embriológicas

Desarrollo del paladar

Al principio de la vida fetal, las cavidades nasales y bucales se comunican, pero más tarde se separan debido al desarrollo del paladar ([fig. 12-84](#)). El proceso nasal medial forma el **paladar primario**, que contiene los cuatro dientes incisivos. Posterior al paladar primario, el proceso maxilar de cada lado envía medialmente una lámina horizontal llamada **proceso palatino**; estas placas se fusionan y forman el **paladar secundario**, y también se unen con el paladar primario y el **tabique nasal** en desarrollo. La fusión tiene lugar desde la región anterior a la posterior. Los paladares primarios y secundarios formarán más tarde el **paladar duro**. Dos pliegues crecen posteriormente desde el borde posterior de los procesos palatinos para crear el **paladar blando**, de modo que la **úvula** es la última estructura que se forma. La unión de los dos pliegues del paladar blando se produce durante la octava semana. Las dos partes de la úvula se fusionan en la línea media durante la semana 11. El intervalo entre el paladar primario y el paladar secundario está representado en la línea media por el **foramen incisivo**.

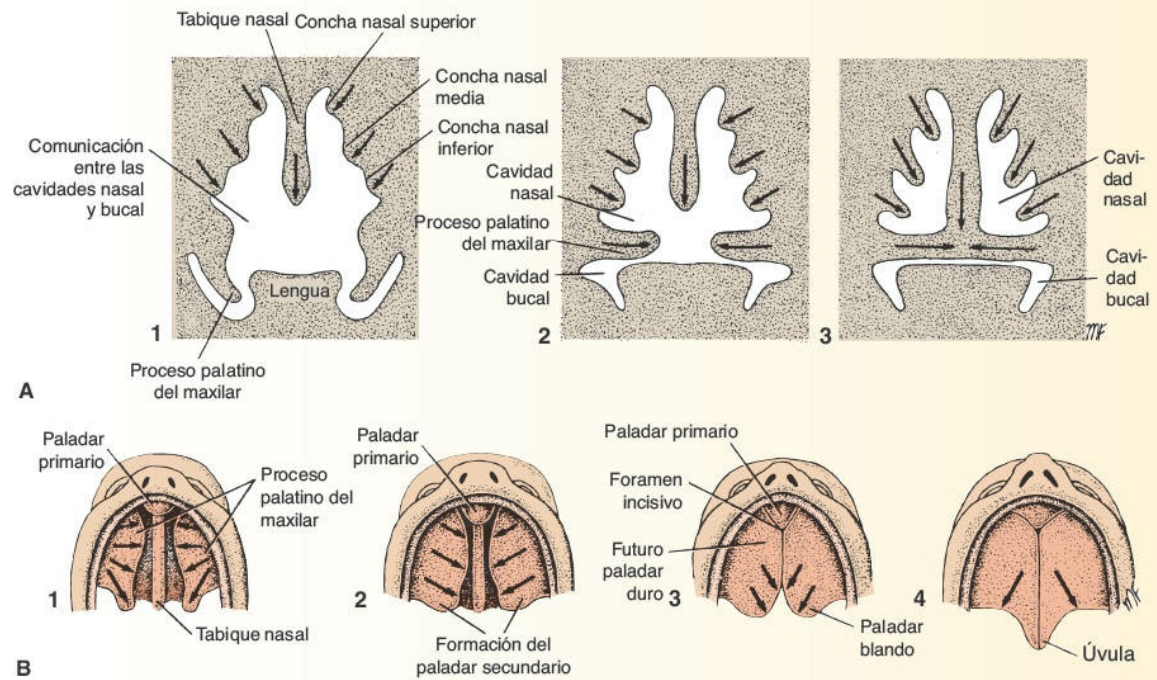


Figura 12-84 A. Secciones frontales que muestran la formación del paladar y el tabique nasal. B. Vistas inferiores que muestran las diferentes etapas en la formación del paladar.

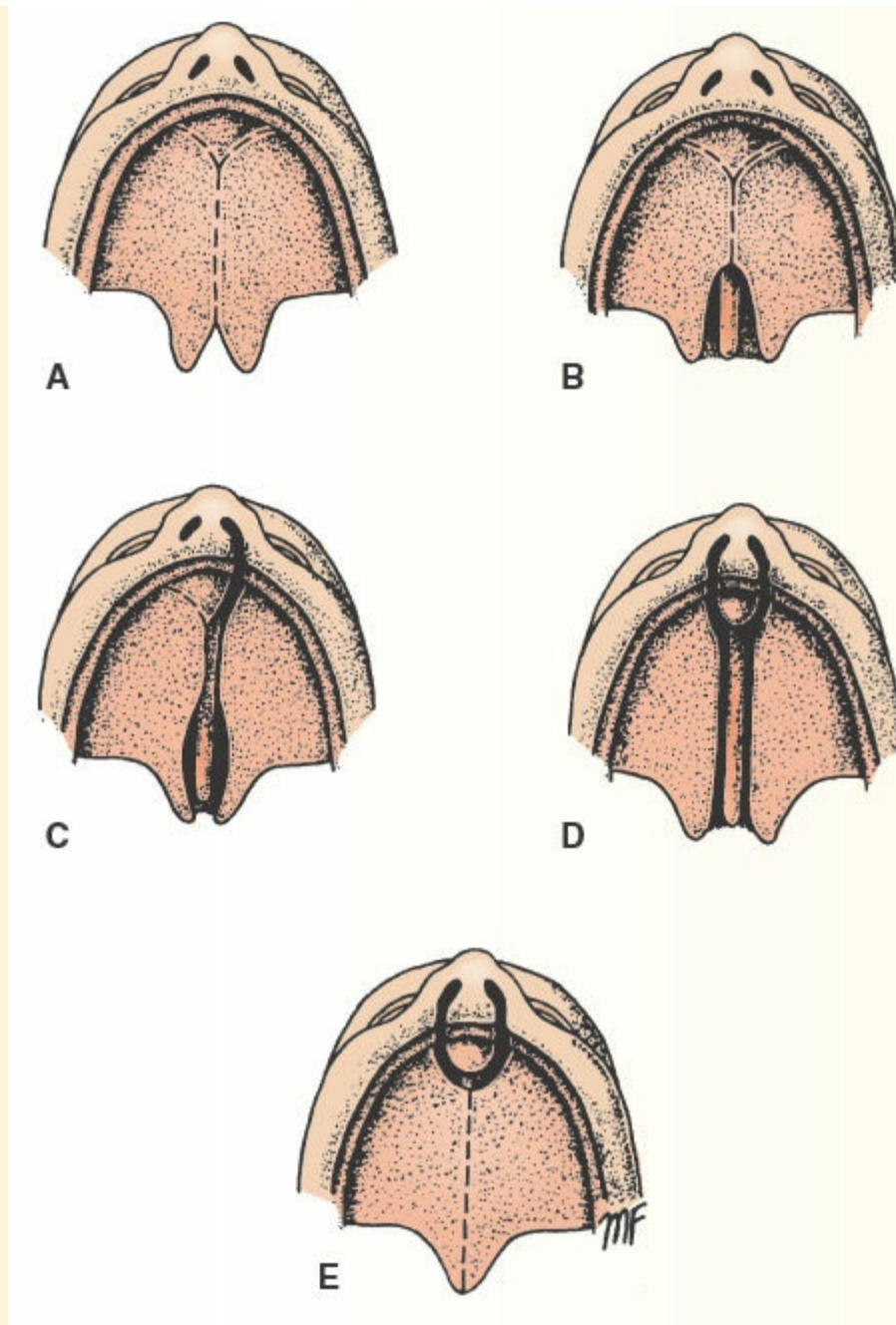


Figura 12-85 Diferentes formas de paladar hendido: (A) úvula hendida, (B) paladar blando y duro hendidos, (C) paladar hendido unilateral y labio leporino totales, (D) paladar hendido bilateral y labio leporino totales, y (E) labio y mandíbula hendida bilaterales.



Figura 12-86 Paladar duro y blando hendidos (cortesía de: R. Chase).

Paladar hendido

Las diferentes formas de fallo en el proceso de fusión de los primordios faciales causan varios tipos de paladar hendido, de manera similar a la formación de fisuras faciales (figs. 12-85 y 12-86; véanse también figs. 12-21 a 12-26). El primer grado de gravedad es la úvula hendida, y el segundo, la falta de unión de los procesos palatinos. El tercer grado de gravedad se caracteriza por la adición, a los procesos palatinos no unidos, de una hendidura en un lado del paladar primario. Este tipo de malformación suele asociarse con labio leporino unilateral. El cuarto grado de gravedad, que es muy poco frecuente, se caracteriza por procesos palatinos no unidos y una hendidura en ambos lados del paladar primario. Este tipo de malformación suele relacionarse con labio leporino bilateral. Existe una forma rara caracterizada por labio leporino bilateral y un fallo en la fusión del paladar primario con los procesos palatinos del maxilar en cada lado.

Los niños nacidos con paladar hendido grave tienen muchos problemas con la alimentación, porque no pueden succionar de manera eficaz. Si bien, el lactante puede alojar una cierta cantidad de leche en la boca, después se regurgita a través de la nariz o se aspira a los pulmones, lo que lleva a una infección respiratoria. Por esta razón, se requiere una alimentación artificial cuidadosa hasta que el bebé sea lo suficientemente fuerte como para soportar una cirugía. En general, la cirugía plástica se recomienda entre el primer y el segundo año de edad, antes de que se adquieran hábitos de habla inapropiados.

Glándulas salivares

Tres pares de glándulas salivares mayores drenan hacia la cavidad bucal: las **glándulas parótidas**, las **submandibulares** y las **sublinguales**. Además, hay diversas glándulas salivares menores (p. ej., glándulas labiales, bucales, palatinas) dispersas por toda la cavidad bucal.

Glándula parótida

La glándula parótida es la mayor de las tres glándulas salivares y está compuesta principalmente de ácinos serosos. Se localiza en un hueco profundo inferior al meato acústico externo, posterior a la rama de la mandíbula y anterior al músculo esternocleidomastoideo (fig. 12-87). El nervio facial divide la glándula

en los **lóbulos superficial y profundo**. El **conducto parotídeo** emerge del borde anterior de la glándula y discurre anteriormente sobre la cara lateral del masetero. Perfora el músculo buccinador y entra en el vestíbulo de la boca sobre una pequeña papila opuesta al segundo diente molar superior (véase [fig. 12-74A](#)).

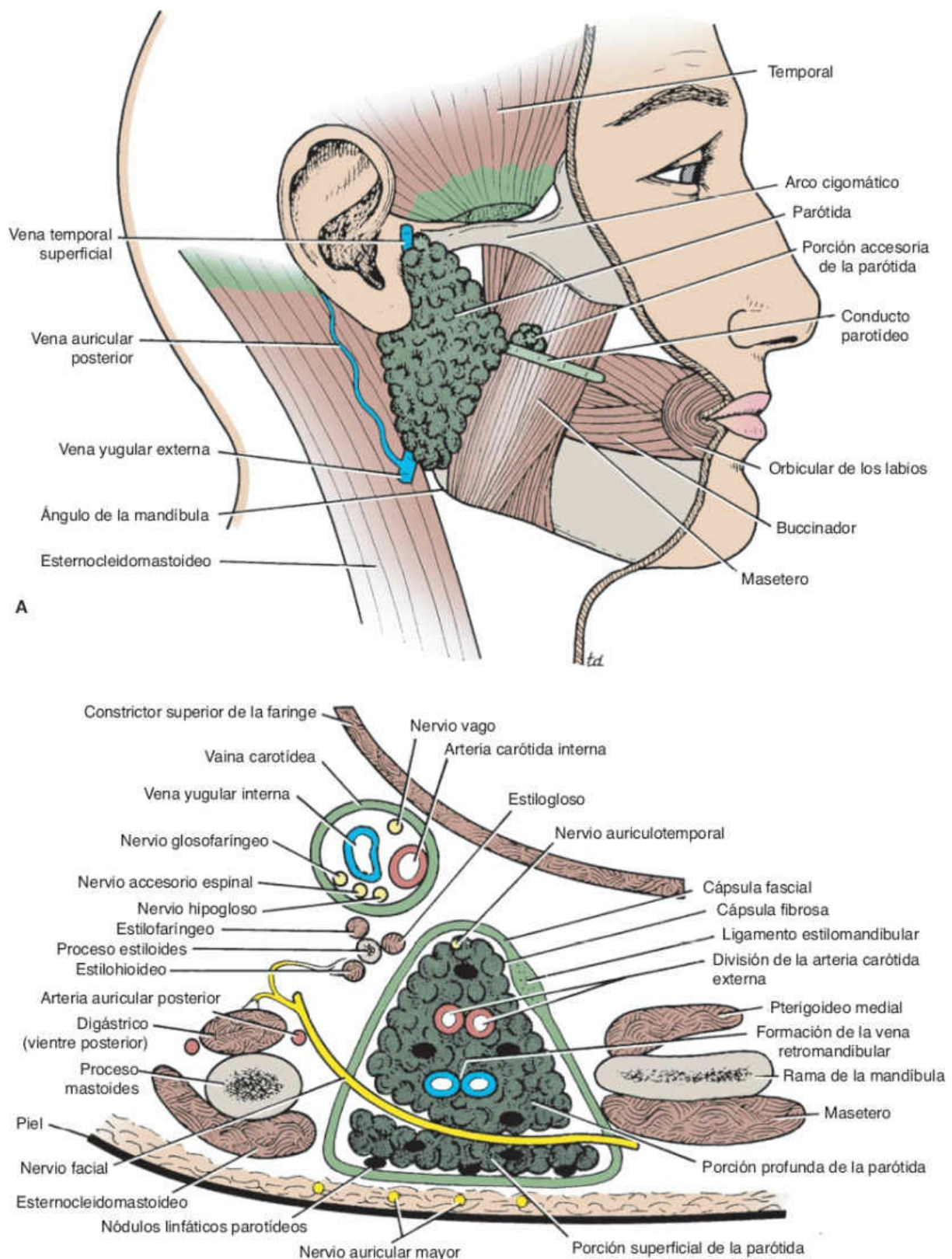


Figura 12-87 Glándula parótida y sus relaciones. **A.** Cara lateral de la glándula y el trayecto del conducto parotídeo. **B.** Sección horizontal de la glándula parótida y anexos.



Notas clínicas

Lesión del conducto parotídeo

El conducto parotídeo, una estructura comparativamente superficial en la cara, puede dañarse debido a lesiones en la cara o cortarse inadvertidamente durante cirugías del rostro. El conducto mide unos 5 cm de largo y pasa a través del masetero un dedo inferior al arco cigomático.

Glándula salivar parótida y lesiones del nervio facial

La glándula salivar parótida está formada esencialmente por dos partes, superficial y profunda, y el importante nervio facial se localiza en el intervalo entre estas partes. Una neoplasia parotídea benigna rara vez causa parálisis facial. Sin embargo, un tumor maligno de la parótida suele ser muy invasivo y afecta rápidamente el nervio facial, causando parálisis facial unilateral.

Infecciones de la glándula parótida

La glándula parótida puede sufrir una inflamación aguda como consecuencia de una infección bacteriana retrógrada de la boca a través del conducto parotídeo. La glándula también puede infectarse a través del torrente sanguíneo, como en la parotiditis. En ambos casos, la glándula se inflama; es doloroso porque la **cápsula fascial** derivada de la capa de revestimiento de la capa cervical profunda es fuerte y limita la hinchazón de la glándula. El proceso glenoideo inflamado, que se extiende medialmente por detrás de la articulación temporomandibular, es responsable del dolor experimentado en la parotiditis aguda al comer.

Síndrome de Frey

El síndrome de Frey es una complicación interesante que puede aparecer después de heridas penetrantes de la parótida. Cuando el paciente come, aparecen gotas de sudor en la piel que cubre la parótida. Esta alteración es consecuencia del daño a los **nervios auriculotemporal** y **temporal mayor**. Durante el proceso de curación, las fibras secretomotoras parasimpáticas del nervio auriculotemporal crecen y se unen al extremo distal del nervio auricular mayor. Finalmente, estas fibras alcanzan las glándulas sudoríparas de la piel facial. Por este medio, un estímulo destinado a la producción de saliva produce, en su lugar, secreción de sudor.

INERVACIÓN

El **nervio glosofaríngeo** transporta fibras secretomotoras parasimpáticas preganglionares, que pasan al **nervio timpánico** y hacen sinapsis en el **ganglio ótico** (véase [fig. 12-64B](#)). Las fibras posganglionares se unen al **nervio auriculotemporal** y lo acompañan hasta la glándula.

Glándula submandibular

La glándula submandibular es una mezcla de ácinos serosos y mucosos. Se localiza inferior al borde inferior del cuerpo de la mandíbula ([fig. 12-88](#)) y está dividida en las partes superficial y profunda por el músculo milohioideo. La parte profunda de la glándula se localiza inferior a la mucosa de la boca en el lado de la lengua. El **conducto submandibular** emerge desde el extremo anterior de la parte profunda de la glándula y discurre anteriormente por debajo de la mucosa bucal. Se abre hacia la boca sobre una pequeña papila ubicada al lado del **frenillo de la lengua** (véase [fig. 12-74B](#)).

INERVACIÓN

El **nervio facial** proporciona la inervación secretomotora parasimpática a través

de su ramo **cuerda del tímpano** y del **ganglio submandibular** (véase fig. 12-63B). Las fibras posganglionares pasan directamente a la glándula.



Notas clínicas

Glándula submaxilar: formación de cálculos

La glándula submandibular es un sitio frecuente de formación de cálculos. Esta alteración es rara en otras glándulas salivares. La presencia de una tumoración tensa por debajo del cuerpo de la mandíbula, que es mayor antes o durante una comida y menor o ausente entre las comidas, es diagnóstica. El examen del suelo de la boca revela la ausencia de expulsión de saliva desde el orificio del conducto de la glándula afectada. A menudo, el cálculo puede palparse en el conducto, que se halla por debajo de la mucosa del suelo de la boca.

Agrandamiento del nódulo linfático submandibular y tumefacción de la glándula submandibular

Los nódulos linfáticos submandibulares suelen agrandarse como resultado de alteraciones en el cuero cabelludo, la cara, el seno maxilar o la cavidad bucal. Una de las causas más frecuentes de agrandamiento doloroso de estos nódulos es la infección aguda de los dientes. Lo anterior, no debe confundirse con la tumefacción patológica de la glándula submandibular.

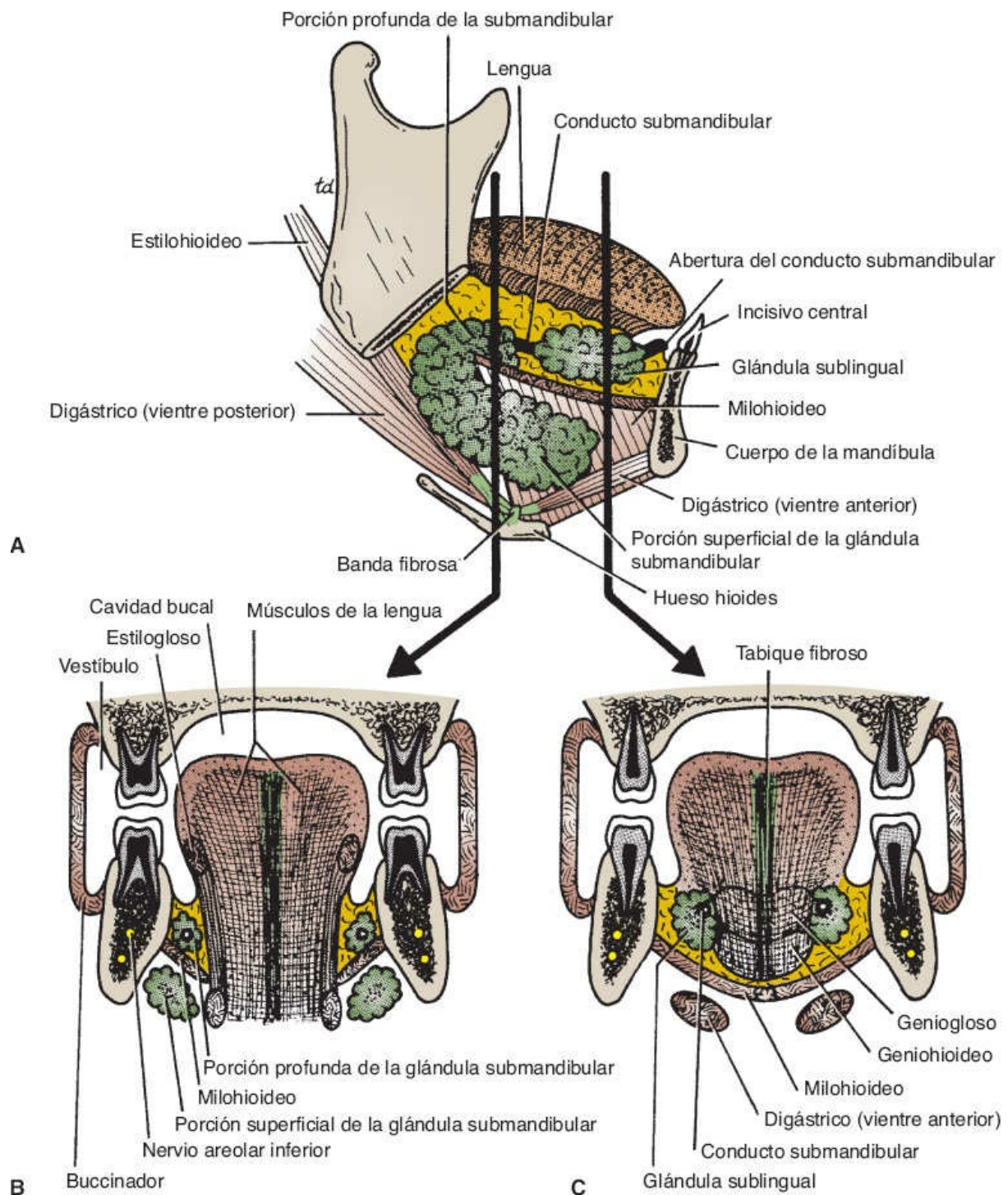


Figura 12-88 A. Vista lateral de las glándulas salivares submandibular y sublingual. B. Sección coronal a través de las partes superficiales y profundas de las glándulas salivares submandibulares. C. Sección coronal (anterior a B) a través de las glándulas salivares sublinguales y los conductos de las glándulas salivares submandibulares.

Glándulas sublinguales

La glándula sublingual se localiza inferior a la mucosa (**pliegue sublingual**) del suelo de la boca, cerca del frenillo de la lengua (véase [fig. 12-88](#)). Posee ácinos serosos y mucosos; estos últimos son los predominantes. Los **conductos sublinguales** (de 8 a 20) se abren hacia la boca en la porción superior del pliegue sublingual (véase [fig. 12-74B](#)).

INERVACIÓN

La inervación de la glándula sublingual es la misma que para la glándula submandibular (*véase* antes).



Notas clínicas

Glándulas sublinguales y formación de quistes

La glándula salivar sublingual, que se localiza inferior al pliegue sublingual del suelo de la boca, drena en la boca a través de pequeños y numerosos conductos. Se considera que el bloqueo de uno o más de estos conductos es la causa de quistes debajo de la lengua.

Faringe

La faringe se ubica posterior a las cavidades nasales, la boca y la laringe; consta de tres partes: **nasofaringe**, **bucofaringe** y **laringofaringe** (fig. 12-89). La faringe tiene forma de embudo; su ancho extremo superior se localiza por debajo de la base del cráneo; su extremo inferior y estrecho es continuo con el esófago por delante de la vértebra C6. La faringe tiene una pared musculomembranosa, abierta anteriormente. Aquí, es reemplazada por las aberturas posteriores hacia la nariz (**coanas**), la abertura hacia la boca y la entrada de la laringe. La faringe también es continua con la cavidad timpánica a través de la trompa (tuba) auditiva.

Nasofaringe (faringe nasal)

La nasofaringe se localiza superior al paladar blando y posterior a las cavidades nasales. Una acumulación de tejido linfático, las **tonsilas (amígdalas) faríngeas**, se asienta en la submucosa del techo (fig. 12-90). El **istmo de las fauces (bucofaríngeo)** es la abertura en el suelo entre el paladar blando y la pared posterior de la faringe. La abertura de la trompa (tuba) auditiva se localiza en la pared lateral. La cresta elevada que cubre la abertura es la **prominencia de la tuba (rodete tubárico)**. El **receso faríngeo** es una depresión en la pared faríngea detrás de la prominencia de la trompa. El **pliegue salpingofaríngeo** es un pliegue vertical de la mucosa que cubre el **músculo salpingofaríngeo**. Se extiende inferiormente desde la prominencia tubárica, detrás de la trompa (tuba) auditiva.

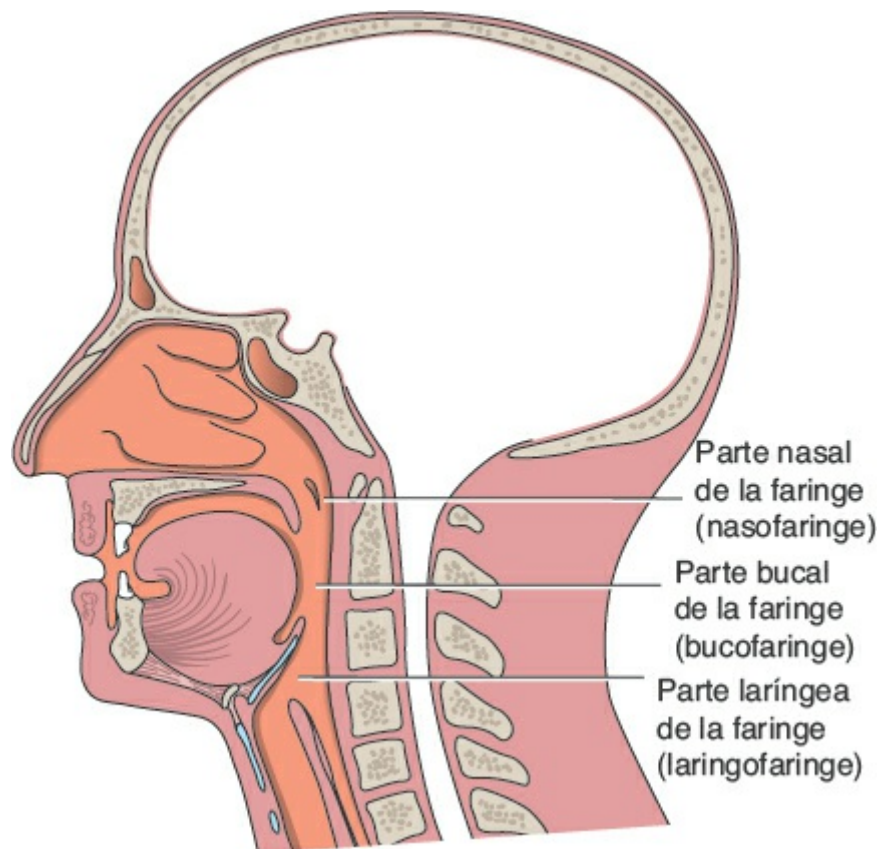


Figura 12-89 Sección sagital a través de la nariz, boca, faringe y laringe para mostrar las subdivisiones de la faringe.

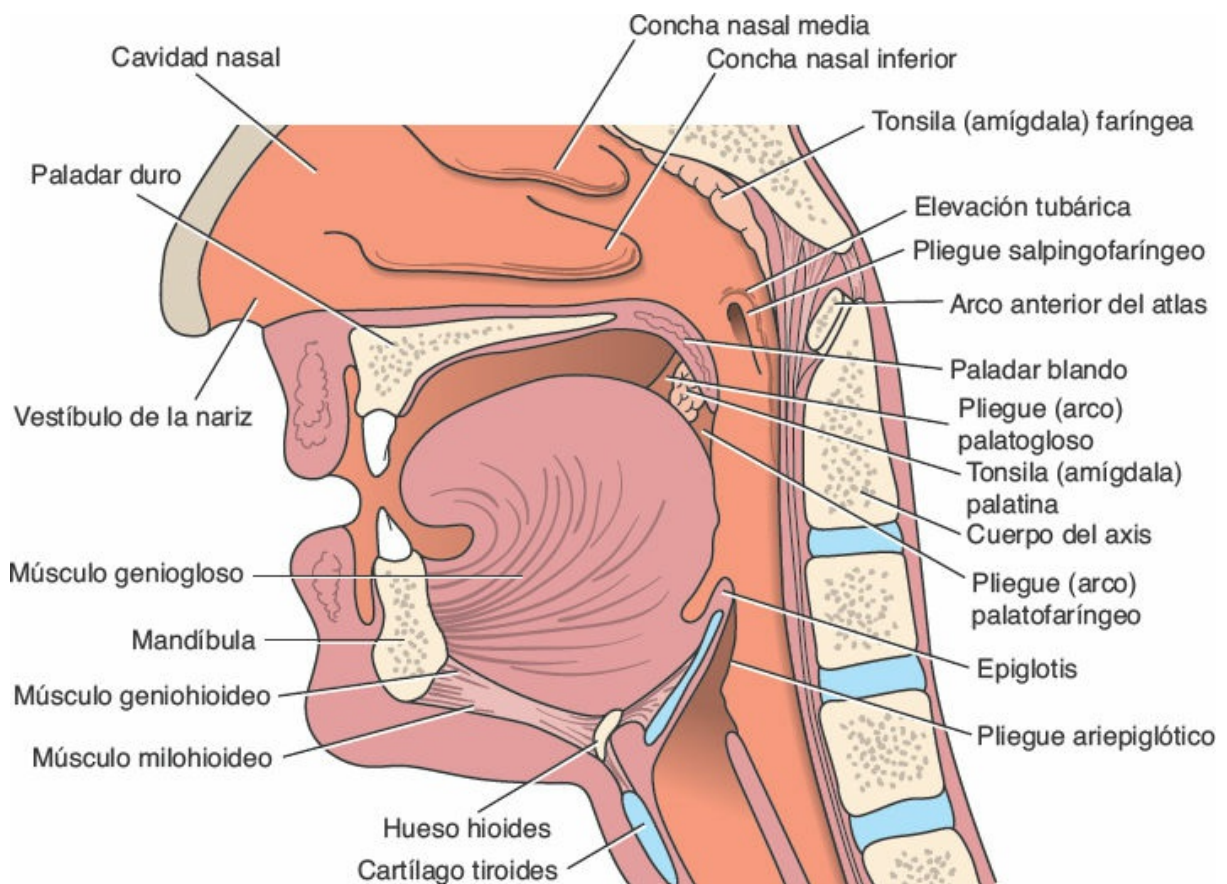


Figura 12-90 Sección sagital de cabeza y cuello, que muestra las relaciones de la cavidad nasal, la boca, la faringe y la laringe.

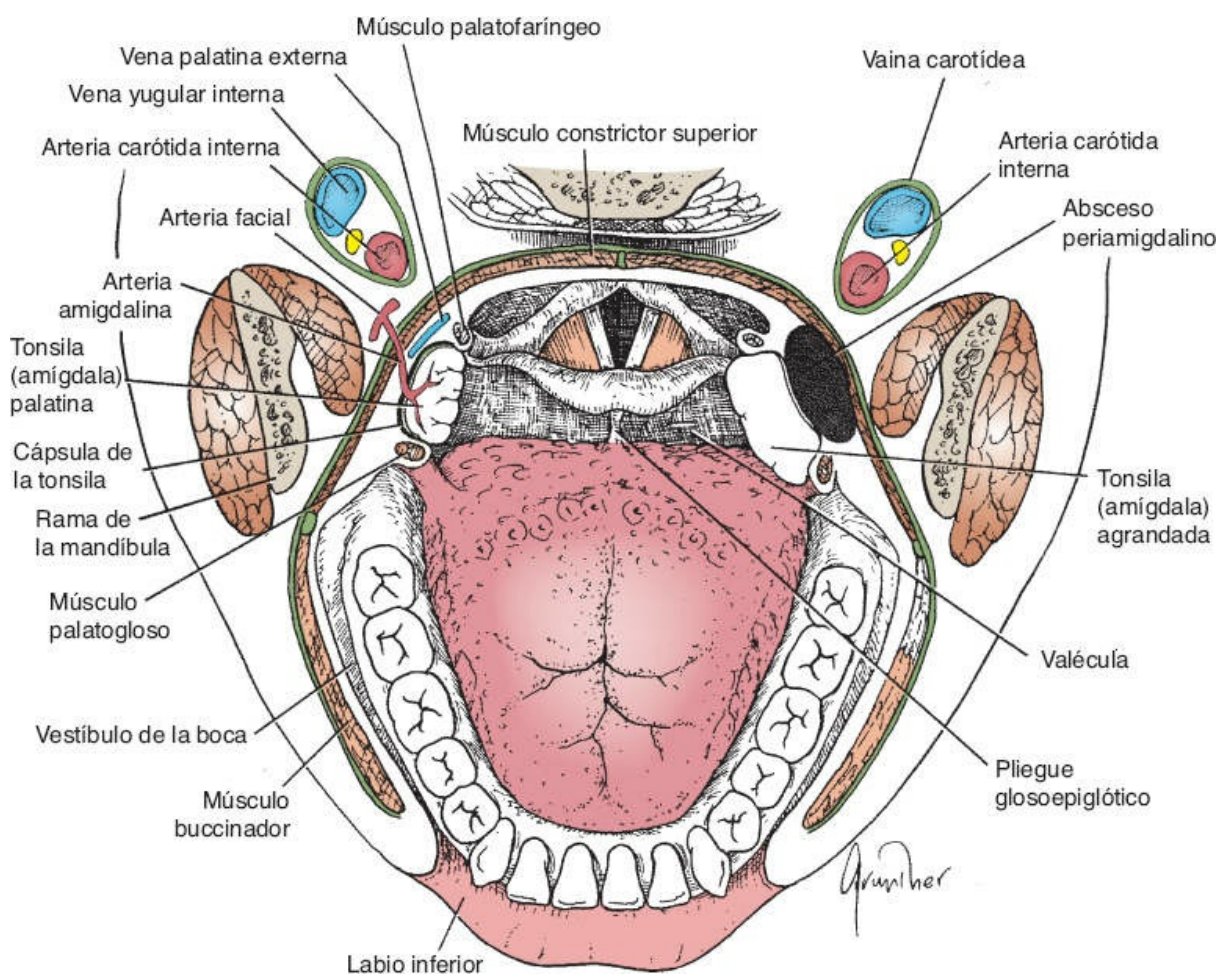


Figura 12-91 Sección horizontal a través de la boca y la bucofaringe. **Izquierda.** La tonsila (amígdala) palatina normal y sus relaciones. **Derecha.** La posición de un absceso periamigdalino. Nótese la relación del absceso con el músculo constrictor superior y la vaina carotídea. También puede visualizarse la abertura hacia la laringe, posteroinferior a la lengua.

Bucofaringe (faringe bucal)

Se localiza posterior a la cavidad bucal. El suelo es el tercio posterior de la lengua y el intervalo entre la lengua y la epiglotis. El **pliegue glosopiglotico medio** se localiza en la línea media (fig. 12-91; véase también fig. 12-79), y el **glosopiglotico lateral**, al lado. La depresión a cada lado del pliegue glosopiglotico medio es la **valécula**.

En la pared lateral se localizan los **arcos** o **pliegues palatoglosos** y **palatofaríngeos** (véase fig. 12-90). El arco palatogloso es un pliegue de la mucosa que cubre el **músculo palatogloso**. El intervalo entre los arcos palatoglosos se llama **istmo de las fauces (bucofaringeo)** y marca el límite entre la boca y la faringe. El arco palatofaríngeo es un pliegue de la mucosa que cubre el **músculo palatofaríngeo**. La **tonsila (amígdala) palatina** ocupa el receso entre los arcos palatoglosos y palatofaríngeos.

Laringofaringe (faringe laríngea)

La laringofaringe se localiza posterior a la abertura hacia la laringe. El cartílago tiroides y la membrana tirohioidea forman la pared lateral. La **fosa piriforme** es una depresión en la mucosa a cada lado de la entrada de la laringe (fig. 12-92B). Su límite medial es el pliegue ariepiglótico y su límite lateral es el cartílago tiroides.

Inervación sensitiva de la membrana mucosa faríngea

- **Nasofaringe.** Nervio maxilar (V2).
- **Bucofaringe.** Nervio glossofaríngeo.
- **Laringofaringe (alrededor de la entrada en la laringe).** Ramo laríngeo interno del nervio vago.

Vascularización faríngea

Ramas faríngea ascendente y tonsilar de la arteria facial y ramas de las arterias maxilar y lingual.

Músculos faríngeos

Los músculos de la pared faríngea son los **constrictores superior, medio e inferior**, cuyas fibras se mueven en dirección circular, y el **estilofaríngeo** y **salpingofaríngeo**, cuyas fibras se extienden en dirección ligeramente longitudinal (véase fig. 12-82A).



Notas clínicas

Fosa piriforme y cuerpos extraños

El receso (fosa) piriforme es una pequeña depresión de la membrana mucosa a ambos lados de la entrada a la laringe. Es clínicamente relevante porque es un sitio habitual donde pueden alojarse cuerpos puntiagudos ingeridos, como huesos de pescado. La presencia de un cuerpo extraño de este tipo hace que el paciente se atragante intensamente. Una vez que el objeto se ha atascado, es difícil para el paciente retirarlo sin la ayuda de un médico.

Bolsa faríngea

El examen de la parte inferior de la cara posterior del músculo constrictor inferior muestra una brecha potencial entre las fibras oblicuas superiores y horizontales inferiores (**cricofaríngeo**). Un hoyuelo marca esta área en el revestimiento de la mucosa. Se cree que la función del cricofaríngeo es prevenir la entrada de aire en el esófago. En caso de que el cricofaríngeo no se relajara durante la deglución, la presión interna faríngea podría aumentar, desplazando posteriormente la mucosa y la submucosa del hoyuelo, lo cual produciría un divertículo. Una vez que se ha formado el divertículo, puede agrandarse y llenarse gradualmente de comida. Como no puede expandirse en dirección posterior debido a la columna vertebral, gira inferiormente, en general hacia el lado izquierdo. La presencia de la bolsa llena de comida causa dificultad para tragar (**disfagia**).

Osteomielitis tuberculosa cervical

El pus que surge de la tuberculosis de las vértebras cervicales superiores está limitado anteriormente

por la capa prevertebral de la fascia profunda. Se forma una tumoración en la línea media que mueve anteriormente la pared posterior de la faringe. A continuación, el pus se desplaza inferolateralmente por detrás de la vaina carotídea para alcanzar el triángulo posterior. Aquí, la fascia, que forma una cubierta para el suelo muscular del triángulo, es más débil, y el absceso se dirige por detrás del esternocleidomastoideo. En raras ocasiones, el absceso puede seguir inferiormente por detrás de la fascia prevertebral para alcanzar los mediastinos superior y posterior del tórax.

Es importante distinguir este trastorno de un absceso que afecta los nódulos linfáticos retrofaríngeos. Estos nódulos se localizan por delante de la capa prevertebral de la fascia, pero detrás de la fascia que cubre la cara externa de los músculos constrictores. En general, dicho absceso apunta hacia la pared faríngea posterior y, si no se trata, se rompe en la cavidad faríngea.

Los tres músculos constrictores se extienden alrededor de la pared de la faringe y se insertan en una banda fibrosa de la línea media posterior (**rafe faríngeo**) que se extiende desde el tubérculo faríngeo sobre la porción basilar del hueso occipital del cráneo hasta el esófago (*véase fig. 12-92*). Los tres músculos constrictores se superponen entre sí, de modo que el constrictor medio se localiza fuera de la porción inferior del constrictor superior, y el constrictor inferior se localiza fuera de la parte inferior del constrictor medio.

La porción inferior del constrictor inferior, que nace en el cartílago cricoides, se llama **músculo cricofaríngeo**. Las fibras del cricofaríngeo pasan horizontalmente alrededor de la parte más baja y estrecha de la faringe, y actúan como un esfínter. El **espacio o dehiscencia de Killian** es el área en la pared posterior de la faringe entre la porción propulsora superior del constrictor inferior y la porción esfinteriana inferior, el cricofaríngeo.

Los músculos faríngeos se resumen en la [tabla 12-11](#).

Proceso de deglución

Los alimentos masticados se transforman en un bolo en el dorso de la lengua y son desplazados, de forma voluntaria, posterosuperiormente contra la cara inferior del paladar duro. Ello ocurre por la contracción de los músculos estiloglosos en ambos lados, que tiran posterosuperiormente de la raíz de la lengua. Luego, los músculos palatoglosos comprimen el bolo posteriormente en la faringe. Desde este punto en adelante, el proceso de deglución pasa a ser un acto involuntario.

Entonces, la parte nasal de la faringe (nasofaringe) deja de estar en comunicación con la parte bucal por la elevación del paladar blando, la tracción hacia adelante de la pared posterior de la faringe por las fibras superiores del músculo constrictor superior, y la contracción de la faringe por los músculos palatofaríngeos. Ello evita el paso de alimentos y bebidas a las cavidades nasales.

La laringe y la laringofaringe son traccionadas superiormente por la contracción de los músculos estilofaríngeo, salpingofaríngeo, tirohioideo y palatofaríngeo. La parte principal de la laringe se eleva así a la cara posterior de la epiglotis, y se cierra la entrada a la laringe. La entrada a la laringe se hace más pequeña por la aproximación de los pliegues ariepiglóticos, y los cartílagos

aritenoides son desplazados anteriormente por la contracción de los músculos ariepiglóticos, aritenoides oblicuos y tiroaritenoides.

El bolo se mueve inferiormente sobre la epiglotis, la entrada cerrada hacia la laringe, y alcanza la parte inferior de la faringe como consecuencia de la contracción sucesiva de los músculos constrictores superior, medio e inferior. Parte de la comida se desliza por el surco a ambos lados de la entrada hacia la laringe, es decir, a través de las fosas (recesos) piriformes. Finalmente, la parte inferior de la pared de la faringe (el músculo cricofaríngeo) se relaja y el bolo entra en el esófago.

Paso a través vías alimentarias y aéreas en la faringe

Las vías alimentarias (sistema digestivo) y aéreas (sistema respiratorio) se cruzan en la faringe. Esto es posible gracias al paladar blando, que sirve como una válvula de tipo aleta. Esta aleta separa la boca de la bucofaringe durante el proceso de masticación de los alimentos para que la respiración no se vea afectada. La elevación completa del paladar blando separa la nasofaringe de la bucofaringe, evitando así que los alimentos entren a la nasofaringe al deglutir (*véase* antes). Cuando se quiere dirigir la máxima cantidad de aire dentro y fuera de la laringe, el paladar blando se eleva para dirigir el aire a través de la boca en lugar de las cavidades estrechas de la nariz. Esta disposición permite la expectoración de mucosidad del sistema respiratorio a través de la boca. También permite la espiración máxima a través de la boca, como al tocar instrumentos de viento como la trompeta.

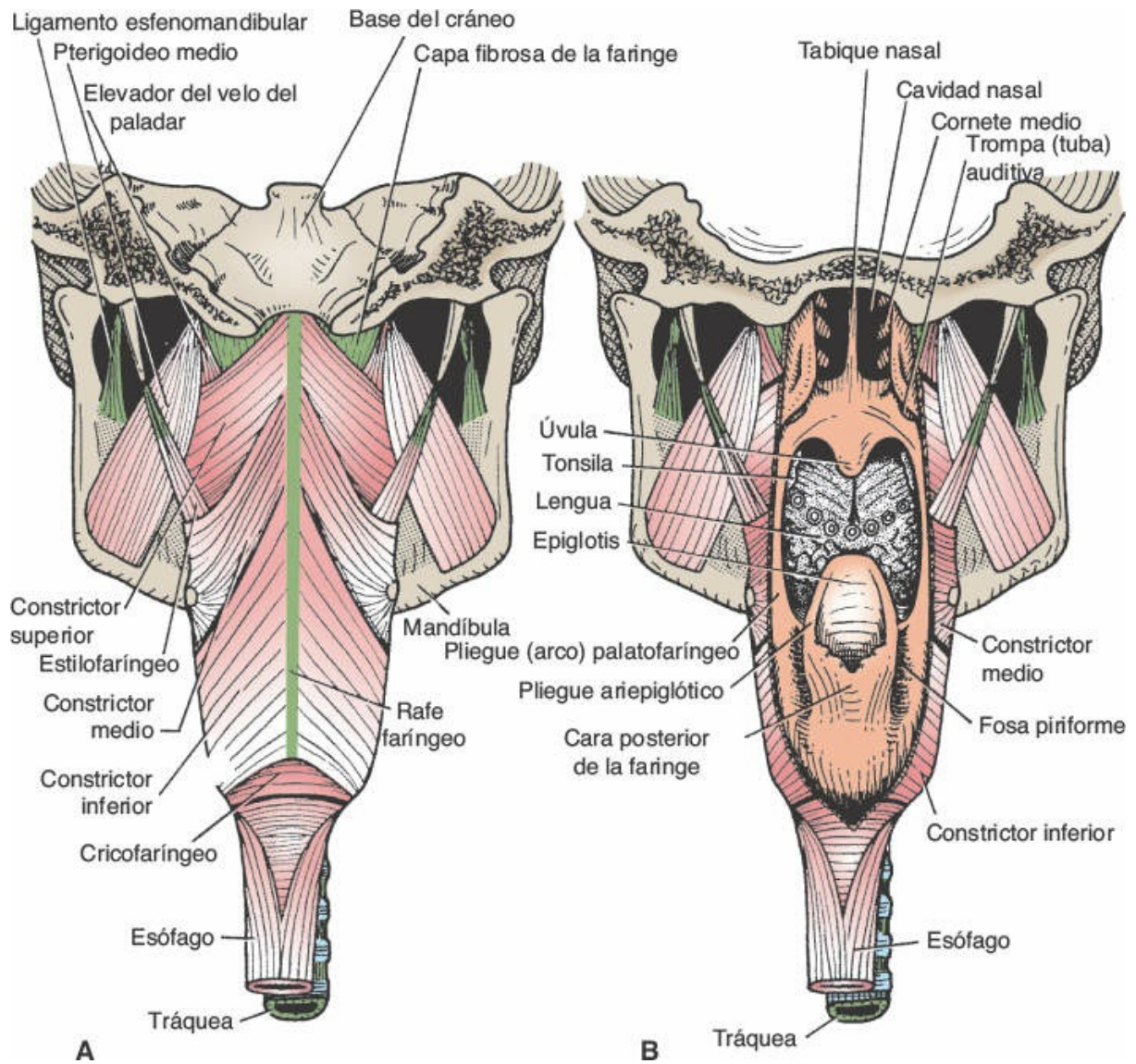


Figura 12-92 Vista posterior de la faringe. **A.** Obsérvense los tres músculos constrictores y la posición de los músculos estilofaríngeos. **B.** Se ha retirado la mayor parte de la pared posterior de la faringe para mostrar las partes nasales, bucales y laríngeas de la faringe.

Tabla 12-11 Músculos faríngeos

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Constrictor superior	Lámina pterigoidea medial, gancho del proceso pterigoides, ligamento pterigomandibular, línea milohioidea de la mandíbula	Tubérculo faríngeo del hueso occipital, rafe en la línea media posterior	Plexo faríngeo (nervio vago)	Ayuda al paladar blando a cerrar la nasofaringe, impulsa el bolo inferiormente.
Constrictor medio	Porción inferior del ligamento estilohioideo, cuernos menor y mayor del hueso hioides	Rafe faríngeo	Plexo faríngeo (nervio vago)	Impulsa el bolo inferiormente.
Constrictor inferior	Lámina del cartílago tiroides, cartílago cricoides	Rafe faríngeo	Plexo faríngeo (nervio vago)	Impulsa el bolo inferiormente.
Cricofaríngeo	Fibras más inferiores del músculo constrictor inferior			Esfínter en el extremo inferior de la faringe.
Estilofaríngeo	Proceso estiloides del hueso temporal	Borde posterior del cartílago tiroides	Nervio glossofaríngeo	Eleva la laringe durante la deglución.
Salpingofaríngeo	Tuba (trompa) auditiva (de Eustaquio)	Se une con el palatofaríngeo	Plexo faríngeo (nervio vago)	Eleva la faringe.
Palatofaríngeo	Aponeurosis palatina	Borde posterior del cartílago tiroides	Plexo faríngeo (nervio vago)	Eleva la pared de la faringe, tracciona del arco palatofaríngeo medialmente.

Drenaje linfático de la faringe

La linfa drena directamente en los nódulos linfáticos cervicales profundos o indirectamente, a través de los nódulos retrofaríngeos o paratraqueales, en los nódulos cervicales profundos.

Tonsilas (amígdalas)

Las acumulaciones de tejido linfático (**tonsilas** o **amígdalas**), de importancia clínica considerable, se localizan en la unión de la boca con la bucofaringe (**tonsilas palatinas** y **linguales**) y la nariz con la nasofaringe (**tonsilas faríngeas**). Las tonsilas palatinas y las faríngeas son las más importantes.

Tonsilas (amígdalas) palatinas

Las tonsilas (amígdalas) palatinas son dos masas de tejido linfático, cada una localizada en la depresión de la pared lateral de la bucofaringe entre los arcos palatogloso y palatofaríngeo (véanse [figs. 12-79](#) y [12-91](#)). Cada tonsila se encuentra recubierta de mucosa, y su cara medial libre se proyecta hacia la faringe. Su superficie está cubierta por pequeñas y numerosas aberturas que conducen a las **criptas tonsilares**.

La cara lateral de las tonsilas (amígdalas) está recubierta de una **cápsula tonsilar** fibrosa. La cápsula está separada del músculo constrictor superior por tejido areolar laxo, y la vena palatina externa desciende desde el paladar blando en este tejido para unirse al plexo venoso faríngeo. Lateral al músculo constrictor superior se ubican el músculo estilogloso, el asa de la arteria facial y la arteria carótida interna.

La tonsila (amígdala) alcanza su tamaño máximo durante la primera infancia, pero después de la pubertad se reduce considerablemente.

VASCULARIZACIÓN

La rama amigdalina de la arteria facial. Las venas perforan el músculo constrictor superior y se unen a las venas palatinas externa, faríngea o facial.

DRENAJE LINFÁTICO AMIGDALINO

Los nódulos linfáticos cervicales profundos superiores, inmediatamente inferoposteriores al ángulo de la mandíbula.

Anillo de tejido linfático de Waldeyer

El tejido linfático que rodea la abertura hacia los sistemas respiratorio y digestivo forma un anillo. Las tonsilas palatinas y de las trompas (tejido linfático alrededor de la abertura de la trompa auditiva) forman la parte lateral del anillo. La tonsila faríngea en el techo de la nasofaringe forma la parte superior, y la tonsila lingual en el tercio posterior de la lengua constituye la parte inferior.



Notas clínicas

Tonsilas (amígdalas) y amigdalitis

Las tonsilas (amígdalas) palatinas alcanzan su tamaño máximo normal en la primera infancia. Después de la pubertad, junto con otros tejidos linfáticos del cuerpo, se atrofian gradualmente. Las tonsilas palatinas son un sitio frecuente de infección, que produce el dolor de garganta y la pirexia característicos. El nódulo linfático cervical profundo situado posteroinferior con respecto al ángulo de la mandíbula, que drena la linfa de este órgano, suele agrandarse y producir dolor. Los ataques recurrentes de amigdalitis se tratan mejor con una amigdalectomía. Después de este procedimiento, la vena palatina externa, que se localiza lateral con respecto a la tonsila, puede ser una fuente de sangrado postoperatorio.

La tonsila (amígdala) faríngea es una acumulación de tejido linfático por debajo del epitelio del techo de la nasofaringe. Al igual que la tonsila (amígdala) palatina, es más grande en la primera infancia y comienza a atrofiarse después de la pubertad.

Absceso periamigdalino

Los **abscesos periamigdalinos** se deben a la propagación de la infección desde la tonsila (amígdala) palatina hasta el tejido conjuntivo laxo fuera de la cápsula (véase [fig. 12-91](#)).

Adenoides

La hipertrofia excesiva del tejido linfático, en general asociada con una infección, produce un agrandamiento de las tonsilas faríngeas; se les conoce como **adenoides**. La hipertrofia franca bloquea las aberturas nasales posteriores y produce ronquera intensa durante la noche y respiración por la boca (abierta). La estrecha relación del tejido linfático infectado con la trompa (tuba) auditiva puede ser motivo de sordera y otitis media recurrente. La adenoidectomía es el tratamiento de elección para las adenoides hipertrofiadas con infección.

La nasofaringe, junto con la tonsila faríngea, puede visualizarse clínicamente con un espejo introducido en la boca ([fig. 12-93](#)).

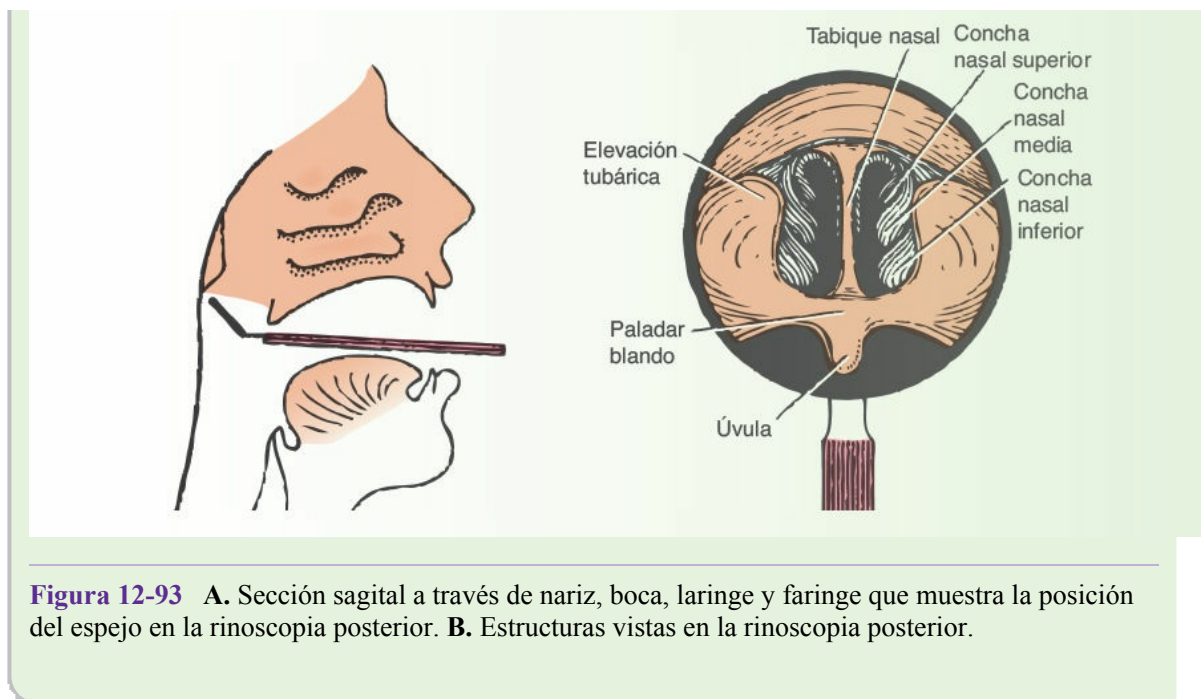


Figura 12-93 A. Sección sagital a través de nariz, boca, laringe y faringe que muestra la posición del espejo en la rinoscopia posterior. B. Estructuras vistas en la rinoscopia posterior.

Esófago

El *esófago* es un tubo muscular de unos 25 cm de largo, que se extiende desde la faringe hasta el estómago (véanse [figs. 12-27](#) y [12-92](#)). Comienza a nivel del cartilago cricoides, anterior al cuerpo de la vértebra C6. Comienza en la línea media, pero a medida que desciende por el cuello, se inclina hacia el lado izquierdo. El resto de su distribución en el tórax se describe en el [capítulo 5](#).

Relaciones en el cuello

- **Anteriormente.** Tráquea; los nervios laríngeos recurrentes ascienden uno a cada lado, en el surco entre la tráquea y el esófago (véase [fig. 12-47](#)).
- **Posteriormente.** Capa prevertebral de la fascia cervical profunda, largo del cuello y columna vertebral.
- **Lateralmente.** A cada lado yace el lóbulo de la glándula tiroides y la vaina carotídea.

Vascularización del cuello

Las arterias tiroideas inferiores irrigan el esófago en el cuello. Las venas drenan en las venas tiroideas inferiores.

Drenaje linfático del cuello

Los vasos linfáticos drenan en los nódulos linfáticos cervicales profundos.

Inervación del cuello

Los nervios laríngeos recurrentes y los troncos simpáticos inervan el esófago en el cuello.

SISTEMA RESPIRATORIO

Cuatro componentes principales del sistema respiratorio cruzan la cabeza y el cuello: 1) la **nariz**, 2) los **senos paranasales**, 3) la **laringe** y 4) la **tráquea**.

Nariz

La nariz está formada por la **pirámide nasal** y la **cavidad nasal**. El **tabique nasal** divide ambos componentes en dos mitades, derecha e izquierda.

Pirámide nasal

La pirámide nasal está unida a la frente por la **raíz (puente) nasal**. Tiene dos orificios elípticos externos llamados **narinas (fosas nasales, orificios nasales)**, que están separadas entre sí por el **tabique nasal** (fig. 12-94). El borde lateral, el **ala de la nariz**, es redondeado y móvil.

Diversos huesos y cartílagos forman la estructura ósea de la pirámide nasal. Los huesos **nasales**, los procesos **frontales del maxilar** y la **porción nasal del hueso frontal** son los elementos óseos periféricos. Por debajo de los huesos, varios **cartílagos nasales** completan la estructura. Los cartílagos nasales son láminas de cartílago hialino que constituyen la mayor parte de la pirámide nasal. El tabique nasal forma parte tanto de la pirámide nasal como de la cavidad nasal; se compone de partes óseas y de cartílago.

El **nasal (compresor de la nariz)**, el **dilatador de la nariz** y el **elevador del labio superior y del ala de la nariz** son los músculos principales de la pirámide nasal. Todos son músculos faciales inervados por el nervio facial (NC VII).

Vascularización de la pirámide nasal

Las ramas de las **arterias oftálmica** y **maxilares** irrigan la piel de la pirámide nasal. Las ramas de la **arteria facial** nutren la piel del ala y la parte inferior del tabique.

Inervación sensitiva de la pirámide nasal

Los ramos **infratroclear** y **nasal externo** del nervio oftálmico (NC V1) inervan el puente y la cresta de la nariz. El ramo **infraorbitario** del nervio maxilar (NC V2) inerva el lado de la nariz.

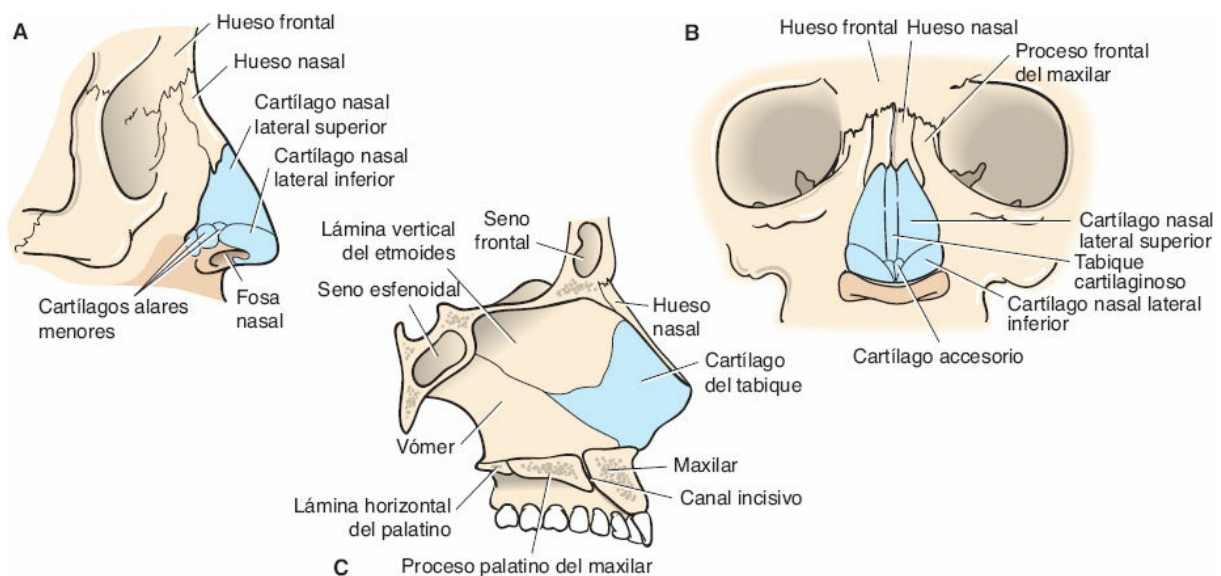


Figura 12-94 Pirámide nasal y tabique nasal. **A.** Vista lateral del esqueleto óseo y cartilaginoso de la pirámide nasal. **B.** Vista anterior del esqueleto óseo y cartilaginoso de la pirámide nasal. **C.** Esqueleto óseo y cartilaginoso del tabique nasal.

Cavidad nasal

La cavidad nasal se extiende desde las **narinas** anteriormente hasta las **aberturas nasales posteriores (coanas)** posteriormente, donde la nariz se abre hacia la nasofaringe. El **vestíbulo** nasal es el área de la cavidad nasal que se halla justo en el interior de la narina (fig. 12-95). El **atrio** es la entrada al meato medio y se ubica inmediatamente superior al vestíbulo. El tabique nasal divide la cavidad en dos mitades, derecha e izquierda.

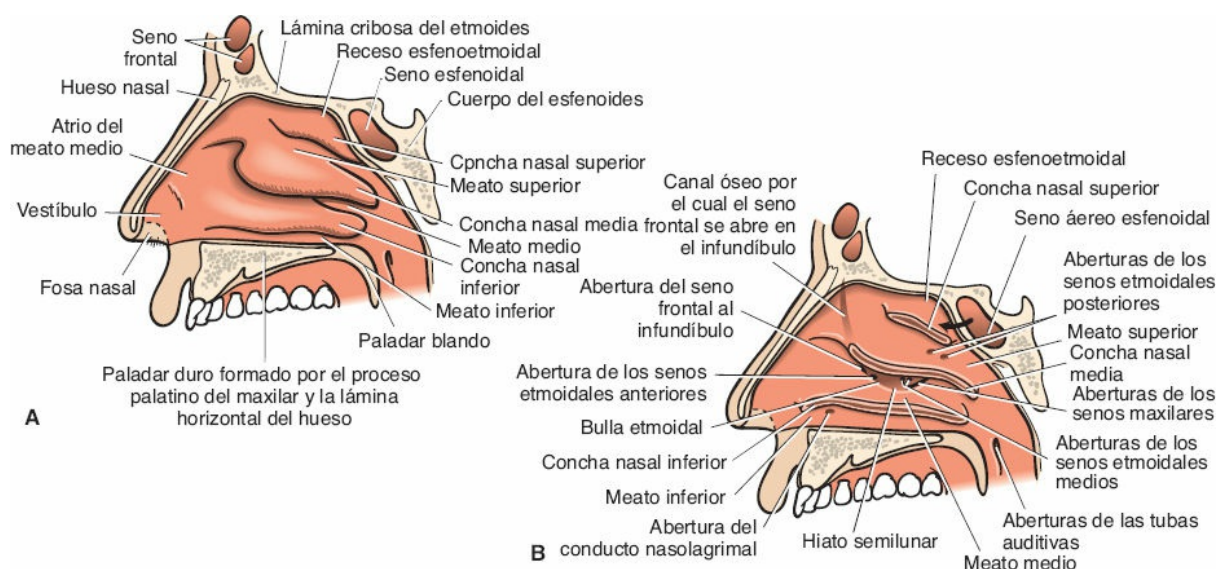


Figura 12-95 **A.** Pared lateral de la cavidad nasal derecha. **B.** Pared lateral de la cavidad nasal derecha; las conchas o cornetes superior, medio e inferior se han retirado parcialmente para mostrar las aberturas de los senos paranasales y el conducto nasolagrimal en el meato.

Paredes de la cavidad nasal

Cada mitad de la cavidad nasal tiene un techo, un suelo, una pared lateral y una pared medial.

Techo (vértice)

El techo es estrecho y está formado anteriormente por los huesos nasal y frontal (por debajo del puente de la nariz), medialmente por la lámina cribosa del etmoides (por debajo de la fosa craneal anterior), y posteriormente por el cuerpo inclinado del esfenoides

Suelo (base)

El suelo de la cavidad nasal es también la cara superior del paladar duro (véase fig. 12-94C). Los componentes son el proceso palatino del maxilar y la lámina horizontal del hueso palatino.

Pared lateral

La pared lateral tiene tres proyecciones óseas: las conchas nasales **superior**, **media** e **inferior** (véase fig. 12-95). Las conchas nasales superior y media son partes del hueso etmoides, mientras que el inferior constituye un hueso individual. El espacio debajo de cada concha es un **meato** y, por lo tanto, hay un **meato superior**, uno **medio** y uno **inferior**.

El **receso esenoetmoidal** es un área pequeña por encima de la concha superior. Recibe la apertura del **seno aéreo esfenoidal**.

El **meato superior** se ubica inferior a la concha nasal superior. Recibe las aberturas de los **senos etmoidales posteriores**.

El **meato medio** se localiza inferior a la concha nasal media. Tiene una elevación redondeada denominada **bullae etmoidales**, que está formada por los **senos etmoidales medios**, que se abren en su borde superior. Una abertura curva, el **hiato semilunar**, se ubica inmediatamente inferior a la bulla. El extremo anterior del hiato conduce a un canal en forma de embudo denominado **infundíbulo**, que es continuo con el **seno frontal**. El seno maxilar se abre hacia el meato medio a través del hiato semilunar.

El **meato inferior** yace por debajo de la concha nasal inferior y recibe la apertura del extremo inferior del **conducto nasolagrimal**, protegido por un pliegue de membrana mucosa.

Pared medial

La pared medial está formada por el tabique nasal. La **lámina vertical del etmoides (perpendicular)** constituye la parte superior; el **vómer** constituye la parte inferior; el **cartílago septal** forma la parte anterior (véase fig. 12-94C). El tabique rara vez se localiza en la línea media, lo que aumenta el tamaño de una mitad de la cavidad nasal y disminuye el tamaño de la otra.

Mucosa de la cavidad nasal

El **vestíbulo** está recubierto de piel modificada y tiene pelos gruesos. Una

pequeña **región olfatoria** sobre la concha superior está revestida con mucosa olfatoria y contiene terminaciones nerviosas sensibles a la recepción del olfato. El área olfatoria mide unos 18 mm o un poco más. Incluye el techo de la cavidad nasal, el receso esenoetmoidal, la cara superior de la concha superior y el borde superior del tabique nasal. El resto de la cavidad nasal (excepto el vestíbulo) es la **región respiratoria**; está recubierta de mucosa respiratoria.

Un gran plexo venoso ocupa el tejido conjuntivo submucoso en la región respiratoria. La presencia de sangre caliente en los plexos venosos sirve para calentar el aire inspirado cuando entra en el sistema respiratorio. La presencia de moco en las superficies de la concha humedece el área y atrapa partículas extrañas y microorganismos del aire inspirado, que luego son deglutidos y destruidos por el ácido gástrico.

Inervación de la cavidad nasal

Los **nervios olfatorios** de la mucosa olfatoria ascienden a través de la lámina cribosa del hueso etmoides hasta los bulbos olfatorios (fig. 12-96). Los nervios de la **sensibilidad general** son ramos de la **división oftálmica (V1)** y la **división maxilar (V2)** del nervio trigémino.

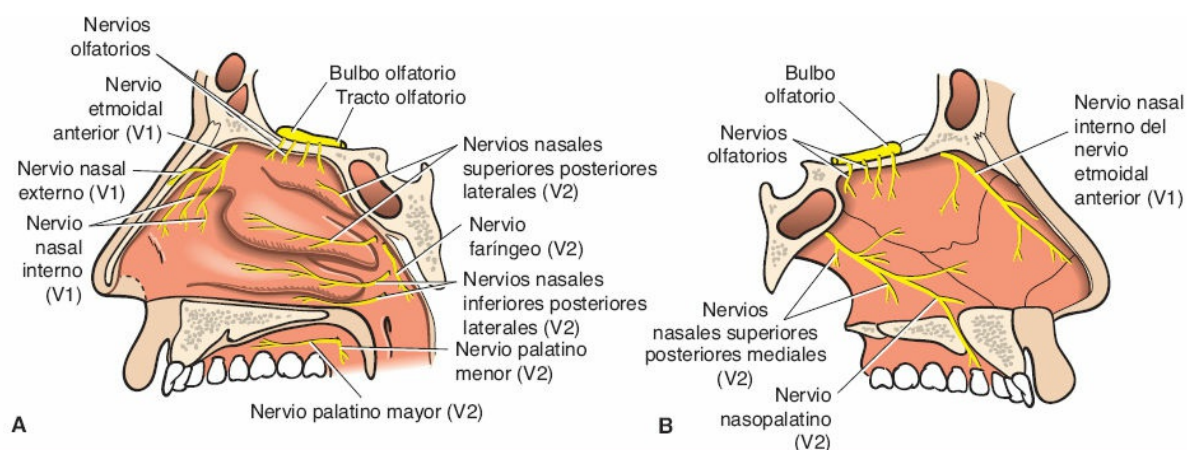


Figura 12-96 A. Pared lateral de la cavidad nasal que muestra la inervación sensitiva de la mucosa. B. Tabique nasal que muestra la inervación sensitiva de la mucosa.

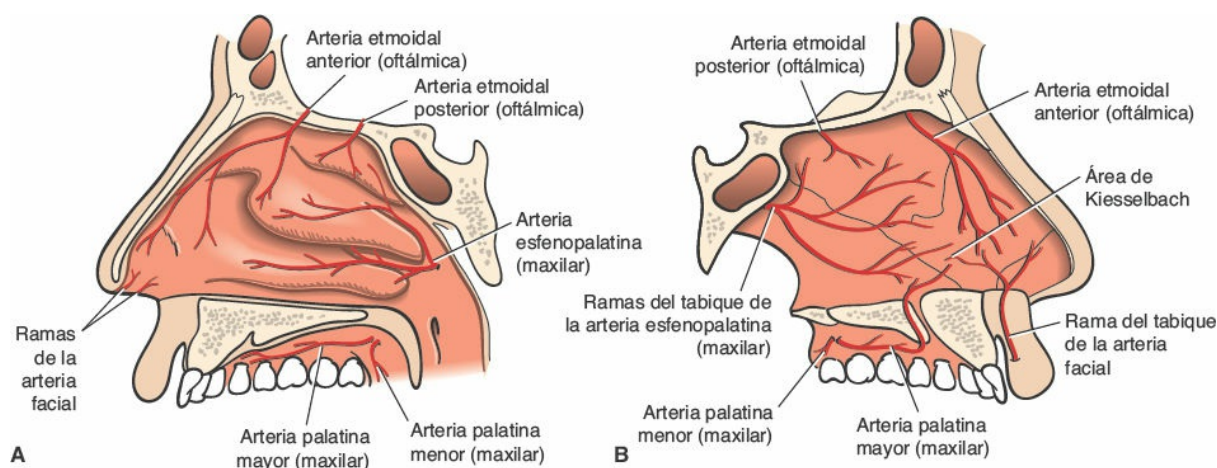


Figura 12-97 A. Pared lateral de la cavidad nasal que muestra la vascularización de la mucosa. B. Tabique nasal que muestra la vascularización de la mucosa.

Vascularización de la cavidad nasal

La vascularización arterial de la cavidad nasal proviene de las ramas de la **arteria maxilar**, una de las ramas terminales de la arteria carótida externa ([fig. 12-97](#)). La rama más importante es la **arteria esfenopalatina**. En la región del vestíbulo, esta última arteria se anastomosa con la **rama del tabique nasal de la arteria labial superior (desde la arteria facial)**. El plexo venoso submucoso drena en las venas que acompañan a las arterias.

Drenaje linfático de la cavidad nasal

Los linfáticos que drenan el vestíbulo terminan en los **nódulos submandibulares**. El resto de la cavidad nasal drena por los vasos que van a los **nódulos cervicales profundos superiores**.



Notas clínicas

Exploración de la cavidad nasal

La exploración de la cavidad nasal puede realizarse introduciendo un espejo a través de las narinas externas o en la faringe. En este último caso, pueden visualizarse las coanas y el borde posterior del tabique nasal (*véase* [fig. 12-93](#)).

Es muy raro que el tabique nasal se localice exactamente en la línea media. Un **tabique muy desviado** puede interferir con el drenaje de la nariz y los senos paranasales.

Traumatismos nasales

Las fracturas sobre los huesos nasales son frecuentes. Los golpes dirigidos desde el frente pueden producir un desplazamiento inferior y hacia adentro de uno o ambos huesos nasales. También se producen fracturas laterales en las que un hueso nasal es desplazado hacia adentro y el otro hacia afuera. Suele afectarse el tabique nasal.

Infecciones en la cavidad nasal

Las infecciones en la cavidad nasal pueden propagarse en varias direcciones. Los senos paranasales son especialmente propensos a infecciones. Los microorganismos pueden diseminarse a través de la nasofaringe o por la trompa (tuba) auditiva hasta el oído medio. Los microorganismos pueden ascender a las meninges de la fosa craneal anterior a lo largo de las vainas de los nervios olfatorios a través de la lámina cribosa, y producir meningitis.

Cuerpos extraños en la nariz

La presencia de cuerpos extraños en la nariz son habituales en la infancia. La presencia del tabique nasal y la existencia de una concha en forma de estante plegado facilitan la retención de bolas, guisantes y juguetes pequeños.

Sangrado nasal

La **epistaxis** (hemorragia crónica profusa de la nariz) es una afección frecuente. Las causas habituales incluyen hurgarse la nariz y la degeneración del tabique nasal resultante del uso crónico de cocaína. El sangrado puede ser arterial o venoso. La mayoría de los episodios ocurren en la porción anteroinferior del tabique e involucra a las ramas del tabique nasal de los vasos

esfenopalatino y facial.

Cirugía transnasal

Una vía quirúrgica útil hacia la hipófisis es el abordaje transnasal (véase [fig. 12-93](#)). El instrumental se introduce a través de la cavidad nasal hasta su techo posterior en el cuerpo del esfenoides. Se perfora el esfenoides, se atraviesa el seno esfenoidal y se entra en la silla turca desde abajo.



Notas embriológicas

Desarrollo de la nariz

El **techo de la nariz** se forma a partir de los procesos nasales laterales, a partir de los cuales también se forman las paredes laterales, con la ayuda de los procesos maxilares (véase [fig. 12-21](#)). La **nariz** comienza como fositas olfatorias pares en el proceso frontonasal. El proceso nasal medial (medialmente), el nasal lateral (lateralmente) y el maxilar (inferiormente) se unen a cada fosita olfatoria. A medida que estos procesos se fusionan, las fositas se hacen más profundas y forman sacos ciegos bien definidos, cuya abertura es la narina.

Inicialmente, el **suelo de la nariz** es muy corto y está formado por el proceso nasal medial y la parte anterior del proceso maxilar en cada lado. En esta etapa, los suelos de las fositas olfatorias se rompen, de modo que las cavidades nasales se comunican con la boca en desarrollo (véase [fig. 12-84](#)). Mientras tanto, el tabique nasal se está formando como un decrecimiento del proceso nasal medial. Más tarde, los procesos palatinos del maxilar crecen medialmente y se fusionan entre sí y con el tabique nasal, completando así el suelo de la nariz. Por lo tanto, cada cavidad nasal se comunica anteriormente con el exterior a través de la narina y posteriormente a través de la coana con la nasofaringe.

En las primeras etapas de desarrollo, la nariz es una estructura muy aplanada y adquiere su forma reconocible solo después de completarse el desarrollo facial.

Surco nasal medio

En el surco nasal medio, el tabique nasal se divide, separando las dos mitades de la nariz ([fig. 12-98A](#)).

Probóscide lateral

En la probóscide lateral se desarrolla un proceso recubierto de piel, en general con un hoyuelo en su extremo inferior (véase [fig. 12-98B](#)).



A



B

Figura 12-98 A. Surco nasal medio en el que el tabique nasal se ha dividido completamente, separando las dos mitades de la nariz. Obsérvese que un surco ancho separa los orificios nasales externos (cortesía de: L. Thompson). B. Probóscide lateral (cortesía de: R. Chase).

Senos paranasales

Los senos paranasales son cavidades en el interior de los **huesos maxilar, frontal, esfenoides y etmoides** (fig. 12-99). Están recubiertos de mucoperiostio y llenos de aire; se comunican con la cavidad nasal a través de aberturas relativamente pequeñas. Los senos nasales y sus aberturas en la cavidad nasal se resumen en la [tabla 12-12](#).

La función de los senos paranasales es reducir el peso del cráneo (en un factor de aproximadamente un 7-20%) y dar resonancia a la voz. La calidad de la voz cambia notablemente cuando las aberturas de los senos se bloquean o estos se llenan de líquido.

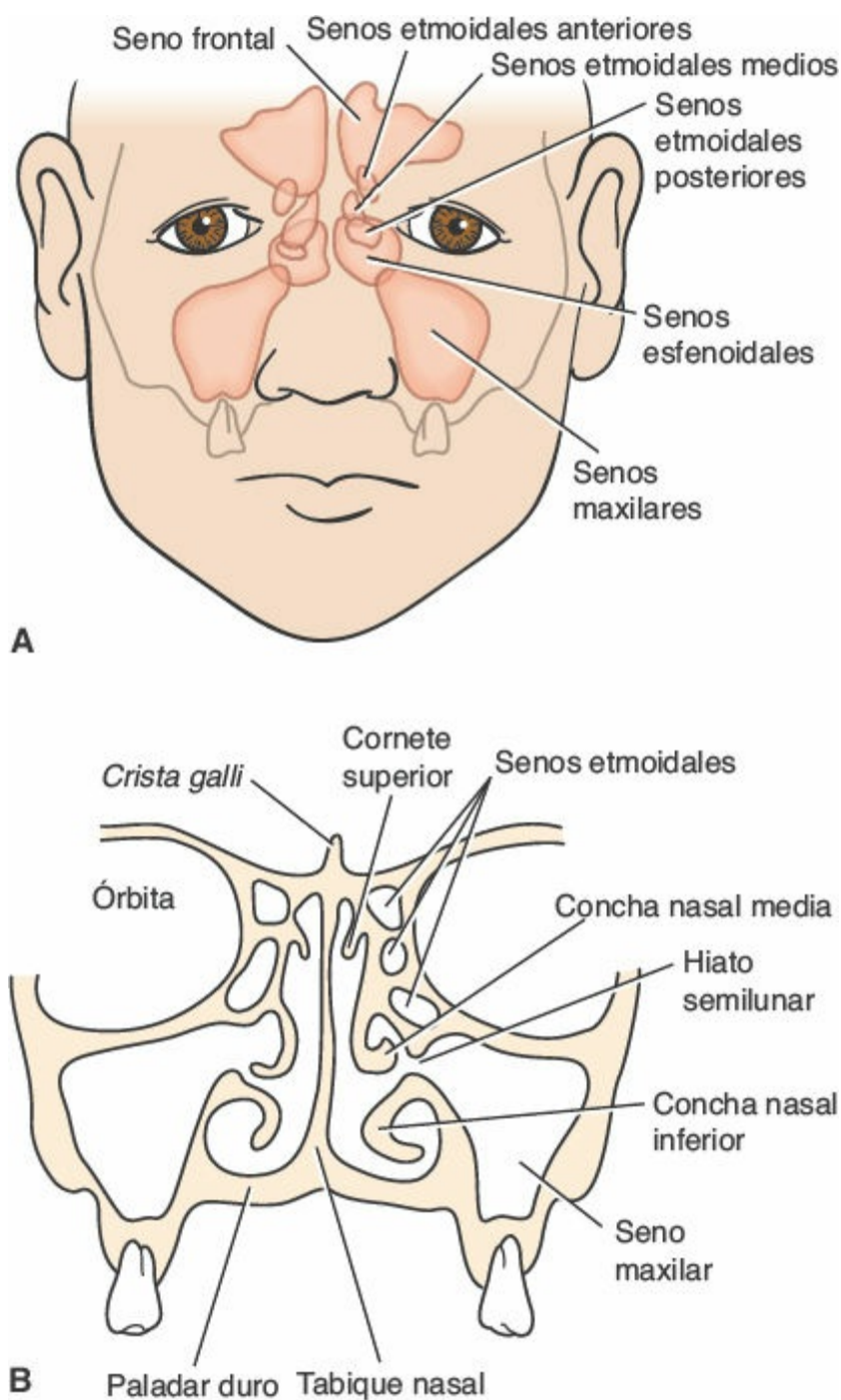


Figura 12-99 A. Vista anterior que muestra la posición de los senos paranasales en relación con la cara. B. Sección coronal a través de la cavidad nasal que muestra los senos etmoidales y maxilares.

Tabla 12-12 Senos paranasales y sitios de drenaje en la nariz

SENO	SITIO DE DRENAJE
Senos maxilares	Meato medio a través del hiato semilunar
Senos frontales	Meato medio a través del infundíbulo
Senos esfenoidales	Receso esenoetmoidal
Senos etmoidales	

Grupo anterior	Infundíbulo y en el meato medio
Grupo medio	Meato medio en o encima de bulla etmoidal
Grupo posterior	Meato superior

El moco producido por la mucosa se mueve hacia la nariz por la acción ciliar de las células cilíndricas. El drenaje del moco también se logra mediante la acción de sifón creada al sonarse la nariz.

Pueden aparecer vestigios de los senos antes del nacimiento. Sin embargo, la mayoría de los senos nasales no se desarrollan hasta la vida posnatal. Los senos maxilares y esfenoidales están presentes de forma rudimentaria al nacer; se agrandan notablemente después de los 8 años y alcanzan su forma plena en la adolescencia. El aumento del volumen de los senos paranasales es uno de los factores responsables del crecimiento posnatal importante del esqueleto facial.

Senos maxilares

El seno maxilar tiene forma piramidal y está localizado dentro del cuerpo del maxilar, posterior a la piel de la mejilla. El suelo de la órbita forma el techo; asimismo, el suelo está relacionado con las raíces de los premolares y los dientes molares.

Senos frontales

El hueso frontal contiene los dos senos frontales. Están separados entre sí por un tabique óseo. Cada seno es ligeramente triangular, y se extienden superiormente sobre el extremo medial de la ceja y posteriormente hacia la parte medial del techo de la órbita.

Senos esfenoidales

Los dos senos esfenoidales se localizan dentro del cuerpo del hueso esfenoides. Un delgado tabique óseo separa ambos senos.

Senos etmoidales

El hueso etmoides alberga tres pares de senos (**anteriores, medios y posteriores**) entre la nariz y la órbita. Están separados de la órbita por una lámina ósea extremadamente delgada, y las infecciones pueden propagarse fácilmente de los senos a la órbita.

Laringe

La laringe proporciona un esfínter protector en la entrada de las vías respiratorias y es responsable de la producción de la voz. Se ubica inferior a la lengua y el hueso hioides y entre los grandes vasos sanguíneos del cuello, y se localiza a nivel de las vértebras C4, C5 y C6 (véanse [figs. 12-52](#) y [12-89](#)). Se abre superiormente hacia la laringofaringe, e inferiormente se continúa con la

tráquea. La laringe está cubierta anteriormente por los músculos infrahioideos y lateralmente por la glándula tiroides.



Notas clínicas

Sinusitis y exploración de los senos paranasales

La infección de los senos paranasales es una complicación frecuente de las infecciones nasales. En raras ocasiones, la causa de la sinusitis maxilar es la extensión de un absceso dental apical. Los senos frontales, etmoidales y maxilares pueden palparse clínicamente en busca de áreas dolorosas. El **seno frontal** puede examinarse presionando con un dedo debajo del extremo medial del borde orbitario superior. En esta ubicación es donde el suelo frontal se aproxima más a la superficie.

Los **senos etmoidales** pueden palparse presionando con un dedo medialmente contra la pared medial de la órbita. Los **senos maxilares** pueden explorarse en busca de dolor presionando la pared anterior del maxilar por debajo del borde orbitario inferior; la presión sobre el nervio infraorbitario puede identificar mayor dolor a la palpación.

Dirigir el haz de una linterna a través del techo de la boca o de la mejilla en una habitación oscura ayuda a determinar si el seno maxilar está lleno de líquido inflamatorio en lugar de aire. Este método de **transiluminación** es simple y eficaz. Los estudios radiográficos de los senos también son muy útiles para hacer el diagnóstico. Siempre deben compararse los hallazgos clínicos de cada seno en ambos lados del cuerpo.

El nervio supraorbitario inerva el seno frontal y también la piel de la frente y el cuero cabelludo hasta el vértice. Por lo tanto, no es sorprendente que los pacientes con sinusitis frontal tengan dolor referido en esta área. El nervio infraorbitario inerva el seno maxilar, y en este caso, el dolor es referido al maxilar, incluidos los dientes.

El seno frontal drena en el hiato semilunar, a través del infundíbulo, cerca del orificio del seno maxilar en la pared lateral de la nariz. Por lo tanto, no es raro encontrar, en pacientes con sinusitis frontal, también sinusitis maxilar. El seno maxilar es particularmente propenso a infecciones porque su orificio de drenaje a través del hiato semilunar está mal colocado cerca del techo del seno. En otras palabras, el seno debe llenarse de líquido antes de poder drenar eficazmente con la persona en posición vertical.

La estructura de la laringe está formada por cartílagos que se mantienen unidos por ligamentos y membranas, son movidos por los músculos y están recubiertos de membrana mucosa.

Cartílagos laríngeos

Nueve elementos de cartílago hialino forman el esqueleto de la laringe (fig. 12-100).

Cartílago tiroides. Es el mayor cartílago de la laringe y consta de dos **láminas** que se localizan en la línea media en la escotadura tiroidea (**ángulo en V**). La clara **prominencia laríngea (manzana de Adán)** se proyecta desde el vértice de la escotadura tiroidea. El borde posterior se extiende superiormente en un **cuerno superior** e inferiormente en un **cuerno inferior**. Una **línea oblicua** para la inserción de los músculos se localiza en la cara externa de cada lámina.

Cartílago cricoides. Este cartílago se localiza inferior al cartílago tiroides y tiene la forma de un anillo de sello, con una **lámina** posterior y un **arco** poco profundo anterior. Es el único elemento completamente circular de las vías respiratorias. El cartílago cricoides tiene una **cara articular** a cada lado de la

cara lateral para su articulación con el cuerno inferior del cartílago tiroides. Posteriormente, la lámina tiene una cara articular en su borde superior, en cada lado, para su articulación con el cartílago aritenoides.

Cartílagos aritenoides. Se trata de pequeños cartílagos aritenoides pares, piriformes y ubicados en la parte posterior de la laringe, que se articulan con el borde superior de la lámina del cartílago cricoides. Cada cartílago tiene un **vértice** superior que se articula con el pequeño cartílago corniculado, una **base** inferior que se articula con la lámina del cartílago cricoides, y un **proceso vocal** que se proyecta anteriormente y proporciona la inserción al ligamento vocal. Un proceso muscular que se proyecta lateralmente hace posible la inserción de los músculos cricoaritenoides posterior y lateral.

Cartílagos corniculados. Dos pequeños cartílagos corniculados de forma cónica se articulan con los vértices de los cartílagos aritenoides. Proporcionan inserción a los pliegues ariepiglóticos ([fig. 12-101](#); véase también [fig. 12-92B](#)).

Cartílagos cuneiformes. Estos dos pequeños cartílagos en forma de bastón se localizan en los pliegues ariepiglóticos y sirven para fortalecerlos.

Cartílago epiglótico. Esta lámina en forma de hoja de cartílago elástico se localiza posterior a la raíz de la lengua (véase [fig. 12-100](#)). Su cuello está unido a la cara interna del cartílago tiroides. Los lados de la epiglotis están unidos a los cartílagos aritenoides por los pliegues ariepiglóticos de la mucosa. El borde superior de la epiglotis es libre. El recubrimiento de la membrana mucosa discurre anteriormente sobre la cara posterior de la lengua como el pliegue glosopiglótico medio; la depresión a cada lado del pliegue es la valécula (véase [fig. 12-91](#)). Lateralmente, la mucosa pasa a la pared de la faringe como el pliegue glosopiglótico lateral.

Articulaciones

La laringe tiene dos pares de articulaciones sinoviales (véase [fig. 12-100](#)). La **articulación cricotiroides** se localiza entre el cuerno inferior del cartílago tiroides y la cara lateral del cartílago cricoides. La **articulación cricoaritenoides** se localiza entre la base del cartílago aritenoides y el borde superior de la lámina del cartílago cricoides.

Cada articulación permite movimientos multiaxiales de rotación y deslizamiento. Estos movimientos pueden ocurrir de forma simultánea o independiente.

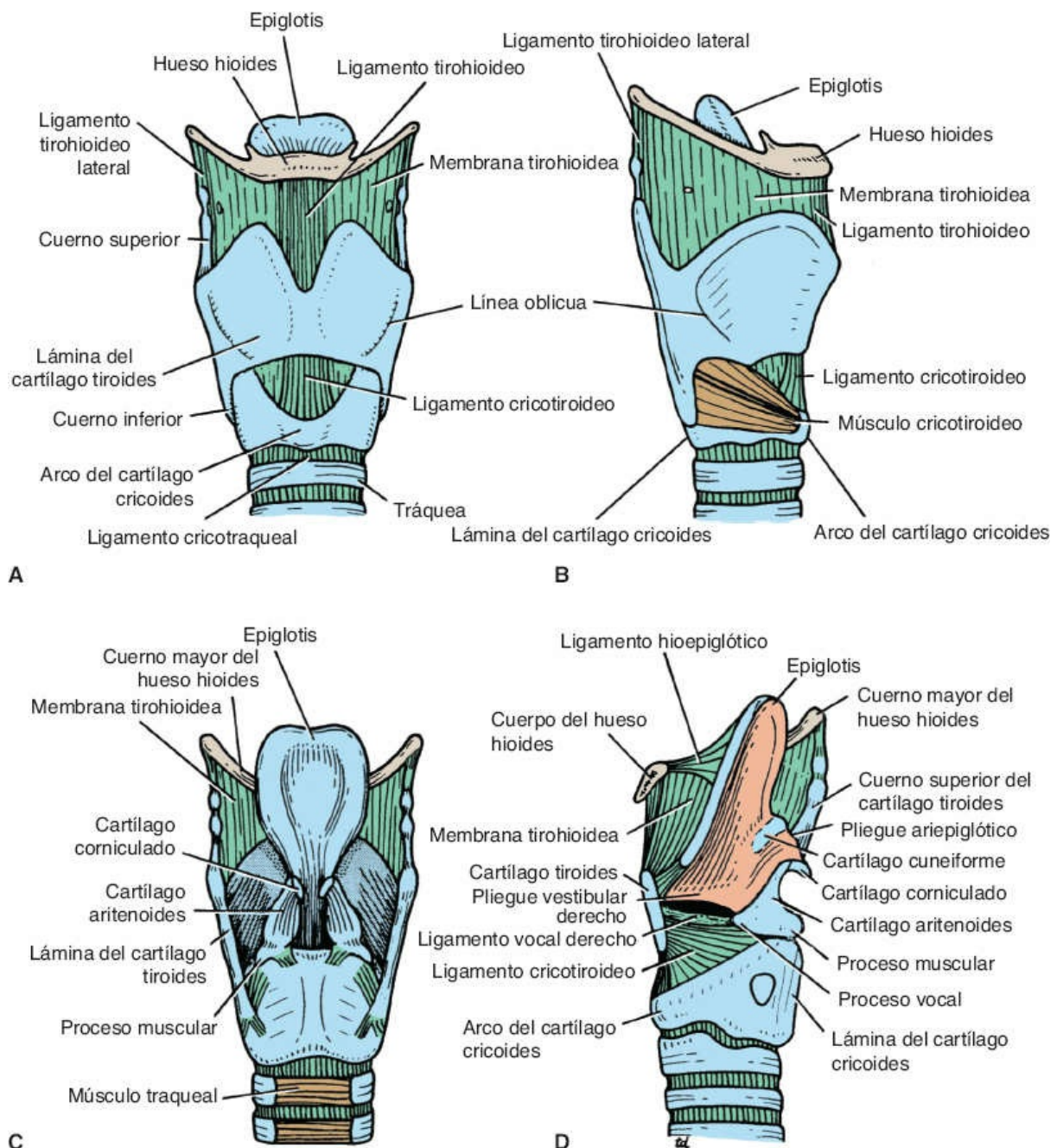


Figura 12-100 Vistas anterior (A), lateral (B) y posterior (C) de la laringe y sus ligamentos. D. Vista lateral con la lámina izquierda del cartílago tiroideo retirada para mostrar el interior de la laringe.

Membranas y ligamentos

- **Membrana tirohioidea.** Conecta el borde superior del cartílago tiroideo con el hueso hioides (véanse figs. 12-100 y 12-101). Se engrosa en la línea media anterior para formar el **ligamento tirohioideo medial**. Los vasos laríngeos superiores y el nervio laríngeo interno perforan la membrana en cada lado (véase fig. 12-82).
- **Ligamento tiroepiglótico.** Conecta el extremo inferior del cartílago epiglótico con la cara medial posterior de la lámina tiroidea.
- **Ligamento cricotraqueal.** Conecta el cartílago cricoides con el primer anillo

traqueal (véase fig. 12-100).

- **Membrana cuadrangular.** Se extiende entre la epiglotis y los cartílagos aritenoides (véase fig. 12-101). Su borde inferior engrosado forma el **ligamento vestibular**, y los ligamentos vestibulares forman el interior de los **pliegues vestibulares**.
- **Ligamento cricotiroides.** Interconecta los cartílagos cricoides, tiroides y aritenoides (véase fig. 12-100). El borde inferior está unido al borde superior del arco del cartílago cricoides. El borde superior del ligamento, en lugar de estar unido al cartílago tiroides, asciende sobre la cara medial del cartílago tiroides. Su borde superior libre, compuesto casi por completo por tejido elástico, forma el importante **ligamento vocal** a cada lado. Los ligamentos vocales forman el interior de los **pliegues (cuerdas) vocales**. El extremo anterior de cada ligamento vocal está insertado en la cara interna de la lámina del cartílago tiroides, y el extremo posterior está insertado en el proceso vocal del cartílago aritenoides.

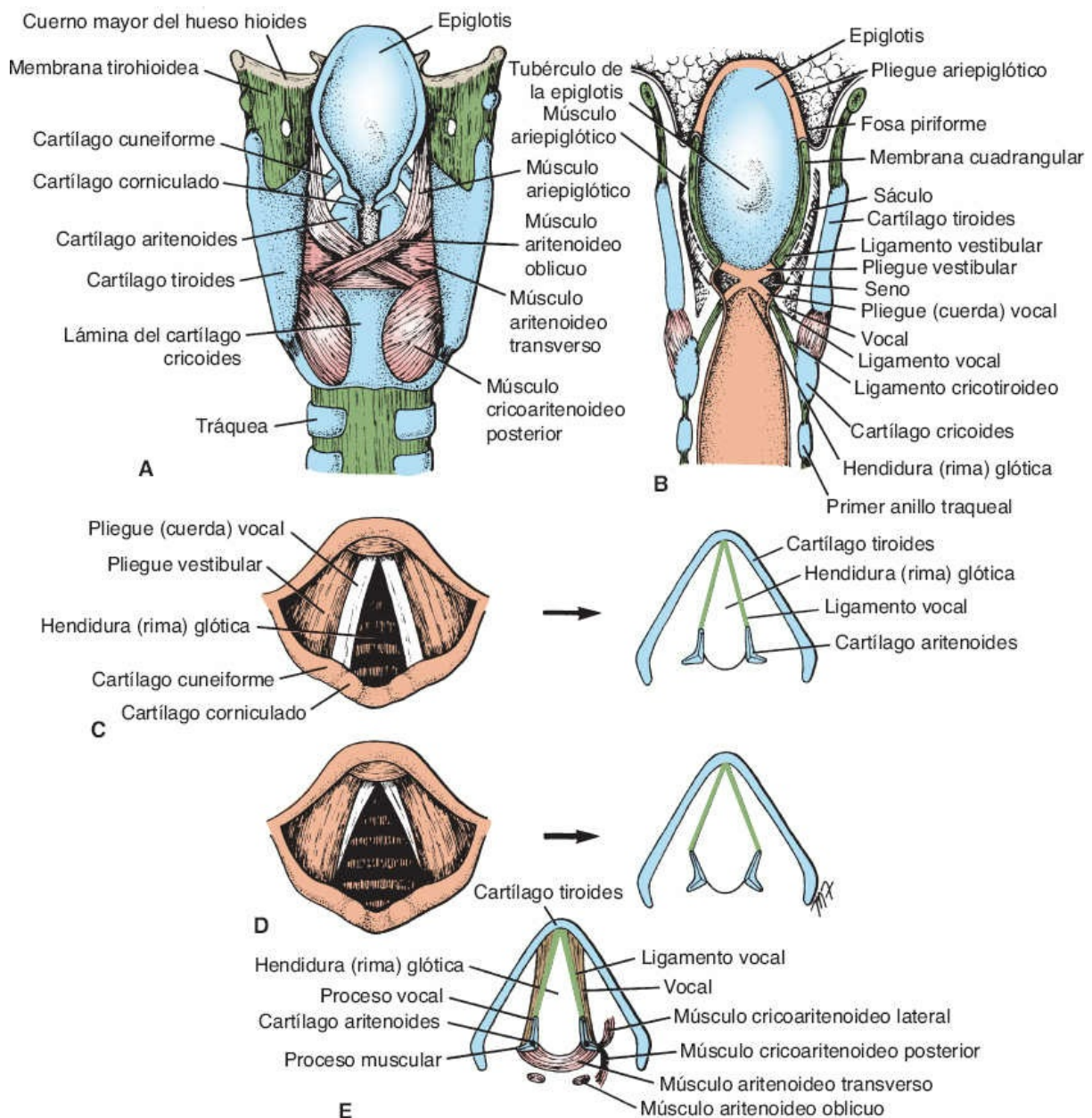


Figura 12-101 A. Músculos de la laringe (vista posterior). B. Sección coronal a través de la laringe. C. Hendidura (rima) glótica parcialmente abierta como en la respiración tranquila. D. Hendidura glótica abierta como en la respiración profunda. E. Músculos que mueven los ligamentos vocales.

Características internas

La cara interna de la laringe tiene varios rasgos distintivos.

Entrada de la laringe

La entrada es la abertura desde la faringe hacia la laringe y está formada por la **epiglotis** y los **pliegues ariepiglóticos**. Mira posterosuperiormente hacia la laringofaringe (véase [fig. 12-92B](#)). La abertura es más ancha anteriormente que posteriormente y está limitada anteriormente por la epiglotis, lateralmente por el pliegue ariepiglótico de la mucosa y posteriormente por los cartílagos aritenoides con los cartílagos corniculados. El cartílago cuneiforme se localiza dentro, y fortalece, el pliegue ariepiglótico, así como origina una pequeña elevación en el borde superior.

Fosa piriforme

La fosa piriforme es un receso a ambos lados de la entrada. El pliegue ariepiglótico constituye el límite medial, y el cartílago tiroides, junto con la membrana tirohioidea, conforman los límites laterales.

Pliegue vestibular (pliegues vocales falsos)

El pliegue vestibular es un **pliegue fijo** a cada lado de la laringe (véanse [figs. 12-100](#) y [12-101](#)). Está formado por una membrana mucosa que cubre el ligamento vestibular; está vascularizado y es de color rosado.

Pliegues vocales (pliegues vocales verdaderos)

Los pliegues o cuerdas vocales son **pliegues móviles** a cada lado de la laringe y están relacionados con la producción de la voz. Están formados por una membrana mucosa que cubre el **ligamento vocal**; son avasculares y de color blanco. Los pliegues vocales se mueven con la respiración, y su color blanco se ve fácilmente durante la laringoscopia.

La **hendidura (rima)** es la abertura entre los pliegues vocales. La **glotis** comprende la hendidura glótica y los pliegues vocales. La glotis es la parte más estrecha de la laringe y mide unos 2,5 cm de anterior a posterior en el hombre adulto (menos en la mujer). En niños, la parte más inferior de la laringe, dentro del cartílago cricoides, es la parte más estrecha.

Cavidad laríngea

La cavidad (luz) de la laringe se extiende desde la entrada de la laringe hasta el borde inferior del cartílago cricoides, donde se continúa con la cavidad de la tráquea. Puede dividirse en tres regiones:

- El **vestíbulo** (región superior) es el área entre la entrada y los pliegues

vestibulares.

- La **región media** es el espacio central (vía aérea) ubicado entre los pliegues vestibulares y los pliegues vocales opuestos. El **ventrículo** es un receso lateral entre el pliegue vestibular superiormente y el pliegue vocal inferiormente. El **sáculo** es un divertículo recubierto de membrana mucosa que asciende desde el ventrículo (véase [fig. 12-101](#)). La secreción mucosa lubrica los pliegues vocales.
- La **cavidad infraglotica** (región inferior) es el área entre los pliegues vocales por encima y el borde inferior del cartílago cricoides por debajo.

Músculos laríngeos

Los músculos de la laringe se organizan en dos grupos: extrínsecos e intrínsecos. Los músculos extrínsecos tienen sus inserciones fuera de la laringe propiamente dicha, mientras que los músculos intrínsecos tienen su origen e inserción en los elementos laríngeos.

Músculos extrínsecos

Estos músculos mueven la laringe superiormente (elevación) e inferiormente (depresión) durante la deglución. Nótese que muchos están unidos al hueso hioides, que está unido al cartílago tiroides a través de la membrana tirohioidea. Así, los movimientos de la laringe acompañan a los movimientos del hueso hioides. Los músculos **suprahioideos** elevan la laringe y los **infrahioideos** la deprimen.

Elevación. Músculos digástrico, estilohioideo, milohioideo, geniohioideo, estilofaríngeo, salpingofaríngeo y palatofaríngeo.

Depresión. Músculos esternotiroideo, esternohioideo y omohioideo.

Músculos intrínsecos

Los músculos intrínsecos de la laringe se resumen en la [tabla 12-13](#).

Tabla 12-13 Músculos intrínsecos de la laringe

MÚSCULO	ORIGEN	INSERCIÓN	INERVACIÓN	ACCIÓN
Músculos que controlan la entrada laríngea				
Aritenoideo oblicuo	Proceso muscular del cartílago aritenoides	Vértice del cartílago aritenoides opuesto	Nervio laríngeo recurrente	Estrecha la entrada al unir los pliegues ariepiglóticos.
Tiroepiglótico	Cara medial del cartílago tiroides	Borde lateral de la epiglotis y pliegue ariepiglótico	Nervio laríngeo recurrente	Ensancha la entrada al separar los pliegues ariepiglóticos.
Músculos que controlan el movimiento de los pliegues (cuerdas) vocales				
Cricotiroideo	Lado del cartílago cricoides	Borde inferior y cuerno inferior del cartílago tiroides	Nervio laríngeo externo	Tensa los pliegues vocales.
Tiroaritenoides	Cara interna del cartílago tiroides	Cartílago aritenoides	Nervio laríngeo recurrente	Relaja el ligamento vocal.
Vocal	Fibras profundas del tiroaritenoides		Nervio laríngeo recurrente	Tensión local sobre el ligamento vocal.
Cricoaritenoides lateral	Borde superior del cartílago cricoides	Proceso muscular del cartílago aritenoides	Nervio laríngeo recurrente	Aduce los pliegues vocales rotando el cartílago aritenoides.
Cricoaritenoides posterior	Parte posterior del cartílago cricoides	Proceso muscular del cartílago aritenoides	Nervio laríngeo recurrente	Aduce los pliegues vocales rotando el cartílago aritenoides.
Aritenoideo transversal	Cara posterior y medial del cartílago aritenoides	Cara posterior y medial del cartílago aritenoides contralateral	Nervio laríngeo recurrente	Cierra la parte posterior de la hendidura glótica al aproximarse a los cartílagos aritenoides.

Dos músculos modifican la entrada a la laringe (véase [fig. 12-101](#)):

- **Estrechamiento de la entrada.** El fascículo oblicuo del músculo aritenoides.
- **Ensanchamiento de la entrada.** El músculo tiroepiglótico.

Cinco músculos mueven los pliegues vocales:

- **Tensamiento de los pliegues vocales.** Músculos cricotiroideo y vocales.
- **Relajación de los pliegues vocales.** Músculo tiroaritenoides.
- **Aducción de los pliegues vocales.** Músculo cricoaritenoides lateral.
- **Abducción de los pliegues vocales.** Músculo cricoaritenoides posterior.
- **Aproximación de los cartílagos aritenoides.** Fascículo transversal del músculo aritenoides.

Movimiento de los pliegues vocales

Los movimientos de los pliegues vocales dependen de los movimientos de los cartílagos aritenoides, que rotan y se deslizan superior e inferiormente en el hombro inclinado del borde superior del cartílago cricoides.

La hendidura glótica se abre por la contracción del cricoaritenoides posterior, que hace rotar el cartílago aritenoides y abduce el proceso vocal. El tejido elástico en las cápsulas de las articulaciones cricoaritenoides mantiene separados los cartílagos aritenoides para que la parte posterior de la glotis quede abierta.

La hendidura glótica se cierra por la contracción del cricoaritenoides lateral, que hace rotar el cartílago aritenoides y aduce el proceso vocal. La glotis posterior se estrecha cuando los cartílagos aritenoides se unen por la contracción

de los fascículos transversos de los músculos aritenoides.

Los pliegues vocales se estiran por la contracción del músculo cricotiroides (fig. 12-102) y se aflojan por la contracción del músculo tiroaritenoides (véase fig. 12-101). El músculo vocal, que es una subporción del tiroaritenoides, tensa localmente el ligamento vocal.

MOVIMIENTO DE LOS PLIEGUES VOCALES CON LA RESPIRACIÓN

Con la inspiración tranquila, los pliegues vocales se abducen y la hendidura glótica tiene forma triangular, con el vértice hacia el frente. Al espirar, los pliegues vocales se aducen, dejando un pequeño espacio entre ellos.

En una inspiración profunda, los pliegues vocales se abducen al máximo, y la glotis adquiere forma de diamante debido a la rotación lateral máxima de los cartílagos aritenoides.

FUNCIÓN DE ESFÍNTER DE LA LARINGE

La laringe posee dos esfínteres: uno en la entrada y otro en la hendidura glótica.

El **esfínter de la entrada** actúa solo durante la deglución. Cuando el bolo de comida pasa posteriormente entre la lengua y el paladar duro, la laringe se levanta por debajo de la parte posterior de la lengua. La entrada de la laringe se estrecha por la acción de los músculos oblicuos aritenoides y ariepiglóticos. La epiglotis es empujada posteriormente por la lengua y sirve como un tapón sobre la entrada de la laringe. A continuación, el bolo de comida o los líquidos entran en el esófago pasando sobre la epiglotis o bajando por los surcos a cada lado de la entrada de la laringe, la fosa piriforme.

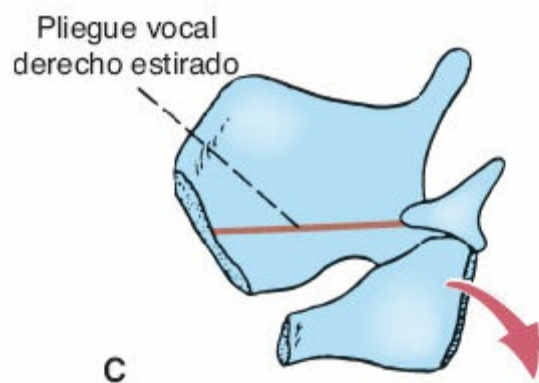
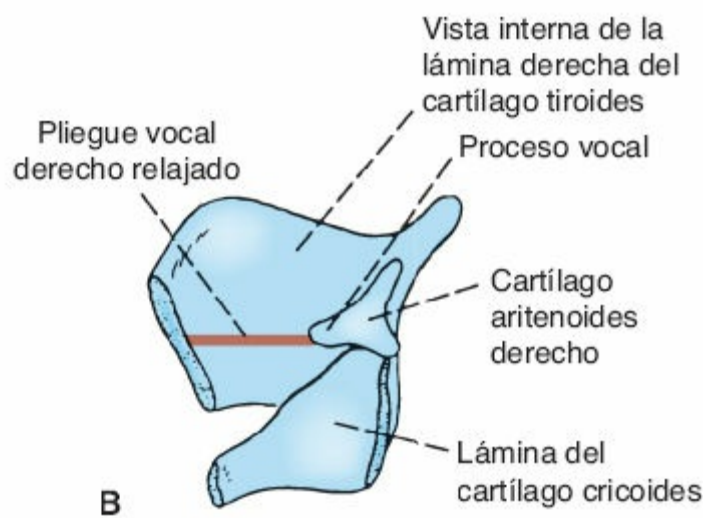
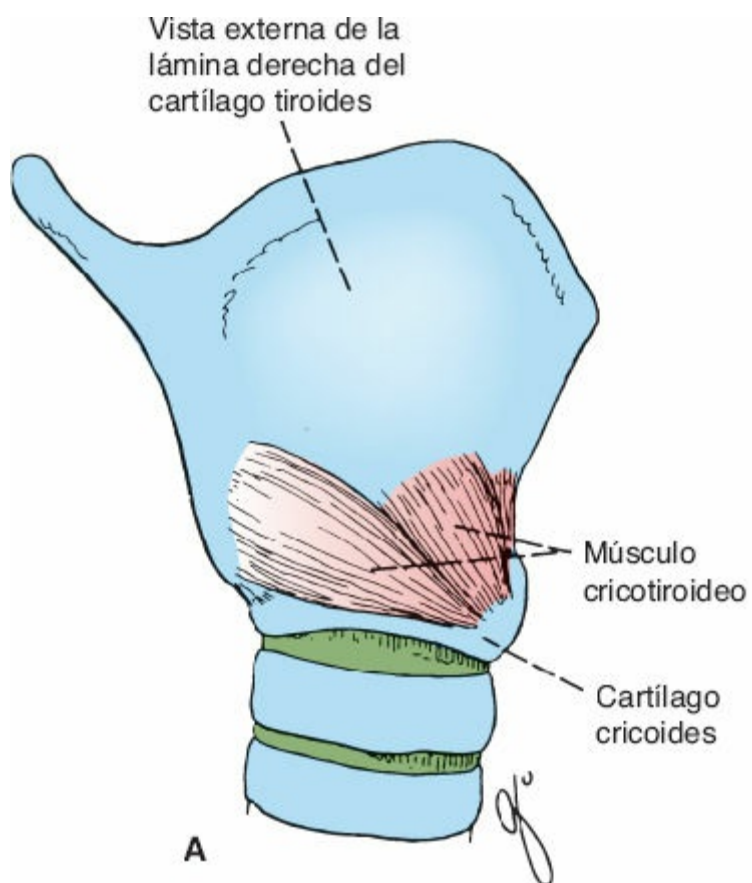


Figura 12-102 Diagramas que muestran las inserciones y las acciones del músculo cricotiroides **A.** Vista lateral derecha de la laringe y el músculo cricotiroides. **B.** Vista interior de la laringe que muestra el ligamento vocal derecho relajado. **C.** Vista interior de la laringe que muestra el ligamento vocal derecho estirado como resultado del cartilago tiroides inclinándose anteriormente y el cartilago aritenoides inclinándose posteriormente por la contracción del músculo cricotiroides.

Al toser o estornudar, la **hendidura glótica sirve como esfínter**. Tras la inspiración, los pliegues vocales se aducen y los músculos de la espiración se contraen firmemente. Como resultado, la presión intratorácica aumenta y los pliegues vocales se abducen repentinamente. La liberación repentina del aire comprimido a menudo expulsará partículas extrañas o moco de las vías respiratorias y transportará el material hacia la faringe, donde será ingerido o expectorado.

En la **maniobra de Valsalva**, la espiración forzada tiene lugar con la glotis cerrada. En el esfuerzo abdominal asociado con la micción, la defecación y el parto, el aire a menudo se mantiene temporalmente en las vías respiratorias mediante el cierre de la hendidura glótica. Tras una inspiración profunda, la hendidura glótica se cierra. Los músculos de la pared anterior del abdomen se contraen, y se previene el movimiento hacia arriba del diafragma por la presencia de aire comprimido dentro de las vías respiratorias. Después de un esfuerzo prolongado, la persona a menudo libera algo de aire abriendo momentáneamente la hendidura glótica, lo que produce un gruñido.

PRODUCCIÓN DE LA VOZ EN LA LARINGE

La liberación intermitente de aire espirado entre las cuerdas vocales aducidas da como resultado su vibración y la producción de sonido. La **frecuencia**, o tono, del sonido está determinada por los cambios en la longitud y la tensión de los ligamentos vocales. La **calidad** de la voz depende de los resonadores ubicados por encima de la laringe, es decir, la faringe, la boca y los senos paranasales. La calidad de la voz está controlada por los músculos del paladar blando, la lengua, el suelo de la boca, las mejillas, los labios y las mandíbulas. El habla normal depende de la modificación del sonido en consonantes y vocales reconocibles mediante el uso de la lengua, los dientes y los labios. En general, los sonidos vocales son puramente bucales con el paladar blando elevado de modo que el aire se canaliza a través de la boca, en lugar de la nariz.

El **habla** implica la liberación intermitente de aire espirado entre los pliegues vocales aducidos. Cantar una nota requiere una liberación más prolongada del aire espirado entre las cuerdas vocales aducidas. Al susurrar, las cuerdas vocales se aducen, pero los cartílagos aritenoides están separados; las vibraciones se dan a un flujo constante de aire espirado que pasa a través de la parte posterior de la hendidura glótica.

Membrana mucosa de la laringe

La membrana mucosa de la laringe reviste la cavidad y está cubierta por epitelio cilíndrico ciliado. Sin embargo, en los pliegues vocales, donde la mucosa está sujeta a traumatismos repetidos durante la fonación, la mucosa está cubierta por

epitelio escamoso estratificado.

Inervación laríngea

El **nervio vago (NC X)** inerva toda la laringe a través de sus ramos superior y recurrente (fig. 12-103). El **nervio laríngeo superior** se divide en los **nervios laríngeos externo e interno** por encima de la laringe. El nervio laríngeo externo desciende en el exterior de la laringe y se extiende hasta el músculo cricotiroides. El nervio laríngeo interno penetra en la cara lateral de la membrana tirohioidea (en compañía de la arteria laríngea superior) y entra en la laringe. El **nervio laríngeo recurrente** asciende por el cuello y se convierte en el **nervio laríngeo inferior** cuando pasa por el borde inferior del cartílago cricoides y entra en la laringe.

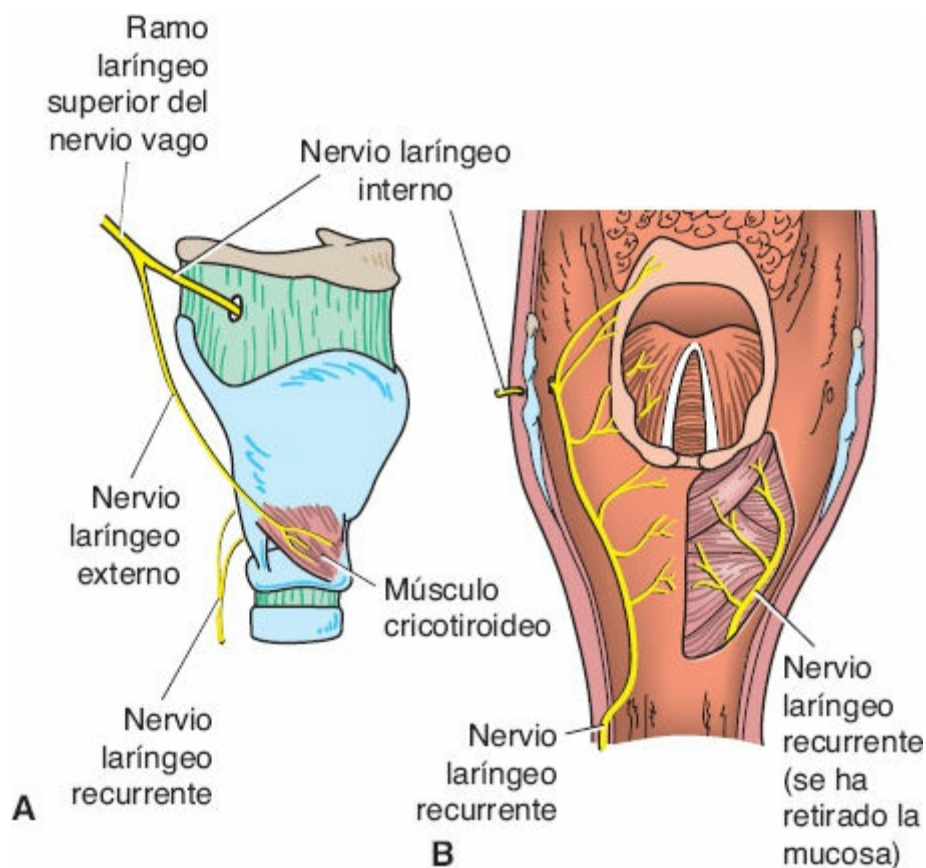


Figura 12-103 A. Vista lateral de la laringe que muestra los ramos laríngeos internos y externos del ramo laríngeo superior del nervio vago. B. Distribución de los ramos terminales de los nervios laríngeos internos y recurrentes. Los ramos terminales del nervio laríngeo recurrente se conocen como *nervio laríngeo inferior*. Es una vista posterosuperior de la laringe.

Nervios sensitivos

- **Por encima de las cuerdas vocales.** Nervio laríngeo interno.
- **Por debajo del nivel de las cuerdas vocales.** Nervio laríngeo inferior.

Nervios motores

- El **nervio laríngeo externo** inerva el músculo cricotiroides.
- El **nervio laríngeo recurrente** inerva todos los músculos intrínsecos de la laringe, excepto el músculo cricotiroides.

Vascularización laríngea

- **Mitad superior de la laringe.** Rama laríngea superior de la arteria tiroidea superior.
- **Mitad inferior de la laringe.** Rama laríngea inferior de la arteria tiroidea inferior.

Drenaje linfático laríngeo

Los vasos linfáticos drenan hacia el grupo de **nódulos cervicales profundos**.



Notas clínicas

Lesiones del nervio laríngeo

Los nervios laríngeos recurrentes inervan los músculos intrínsecos de la laringe, a excepción del cricotiroides. Ambos nervios son vulnerables durante las intervenciones quirúrgicas en la tiroides debido a la estrecha relación entre estos y las arterias de la glándula. El nervio laríngeo recurrente izquierdo puede estar comprometido por un carcinoma bronquial o esofágico o por depósitos metastásicos secundarios en los nódulos linfáticos mediastínicos. La afectación maligna de los nódulos linfáticos cervicales profundos puede dañar los nervios laríngeos recurrentes derecho e izquierdo.

La **sección del nervio laríngeo externo** produce debilidad de la voz porque el músculo cricotiroides queda paralizado y el pliegue vocal no puede tensarse ([fig. 12-104A](#)).

La **sección completa unilateral del nervio laríngeo recurrente** causa que el pliegue vocal del lado afectado asuma una posición a medio camino entre la abducción y la aducción. Se localiza justo en posición lateral a la línea media. El habla no se ve muy afectada porque el otro pliegue vocal compensa en cierta medida la pérdida de función del otro, y se mueve hacia el pliegue vocal afectado ([véase fig. 12-104B](#)).

La **sección completa bilateral del nervio laríngeo recurrente** da como resultado que ambas cuerdas vocales asuman una posición a medio camino entre la abducción y la aducción. La respiración se deteriora porque la hendidura glótica está parcialmente cerrada y el habla se pierde ([véase fig. 12-104C](#)).

La **sección parcial unilateral del nervio laríngeo recurrente** produce un mayor grado de parálisis de los músculos abductores que de los músculos aductores. Por lo tanto, el pliegue vocal afectado asume una posición aducida en la línea media ([véase fig. 12-104D](#)). Se asume que los músculos abductores reciben una mayor cantidad de nervios que los músculos aductores y, por lo tanto, el daño parcial del nervio laríngeo recurrente da lugar a daños en una cantidad relativamente mayor de fibras nerviosas hacia los músculos abductores. Asimismo, debe tenerse en cuenta que las fibras nerviosas de los

músculos abductores viajan a través del nervio laríngeo recurrente en una posición más expuesta, de modo que son más propensas a dañarse.

La **sección parcial bilateral de los nervios laríngeos recurrentes** da lugar a una parálisis bilateral de los músculos abductores y la unión de las cuerdas vocales (véase [fig. 12-104E](#)). Aparecen **disnea** y **estridor** agudos, y se requiere una cricotiroidotomía o una traqueotomía.

Edema de la membrana mucosa de la laringe

La membrana mucosa de la laringe está unida a las estructuras subyacentes por medio de tejido conjuntivo submucoso. Sin embargo, está firmemente adherida a los ligamentos vocales en la región de los pliegues vocales. Este hecho tiene relevancia clínica en casos de edema laríngeo. La acumulación de líquido tisular hace que la mucosa por encima de la hendidura glótica se hinche y protruya hacia la vía aérea. En casos graves, puede requerirse una cricotiroidotomía o una traqueotomía.

Parálisis bilateral
del nervio laríngeo
externo

Hendidura
glótica

Epiglotis

Pliegue vocal
derecho

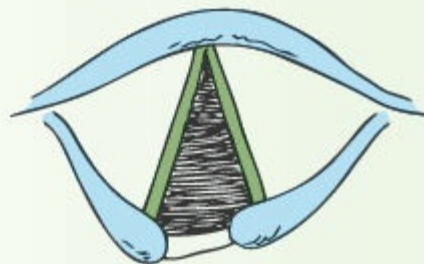
A

Sección unilateral
completa del nervio
laríngeo recurrente
derecho

Inspiración

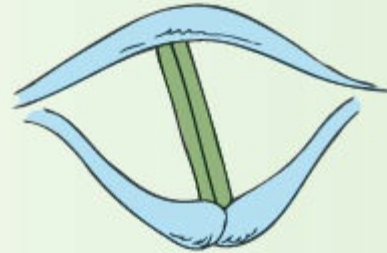
Pliegue
ariefpiglótico

Cartílago corniculado



B

Inspiración



Fonación

Sección completa
bilateral de los
nervios laríngeos
recurrentes

C

Inspiración



Sección unilateral
parcial del nervio
laríngeo
recurrente derecho

D

Inspiración



Sección parcial bilateral
de los nervios
laríngeos
recurrentes

E

Inspiración

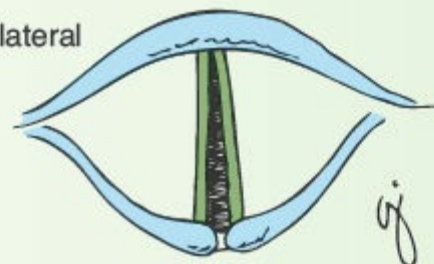


Figura 12-104 Diferentes posiciones (A-E) de los pliegues (cuerdas) vocales después la lesión de

los nervios laríngeos externos o recurrentes.

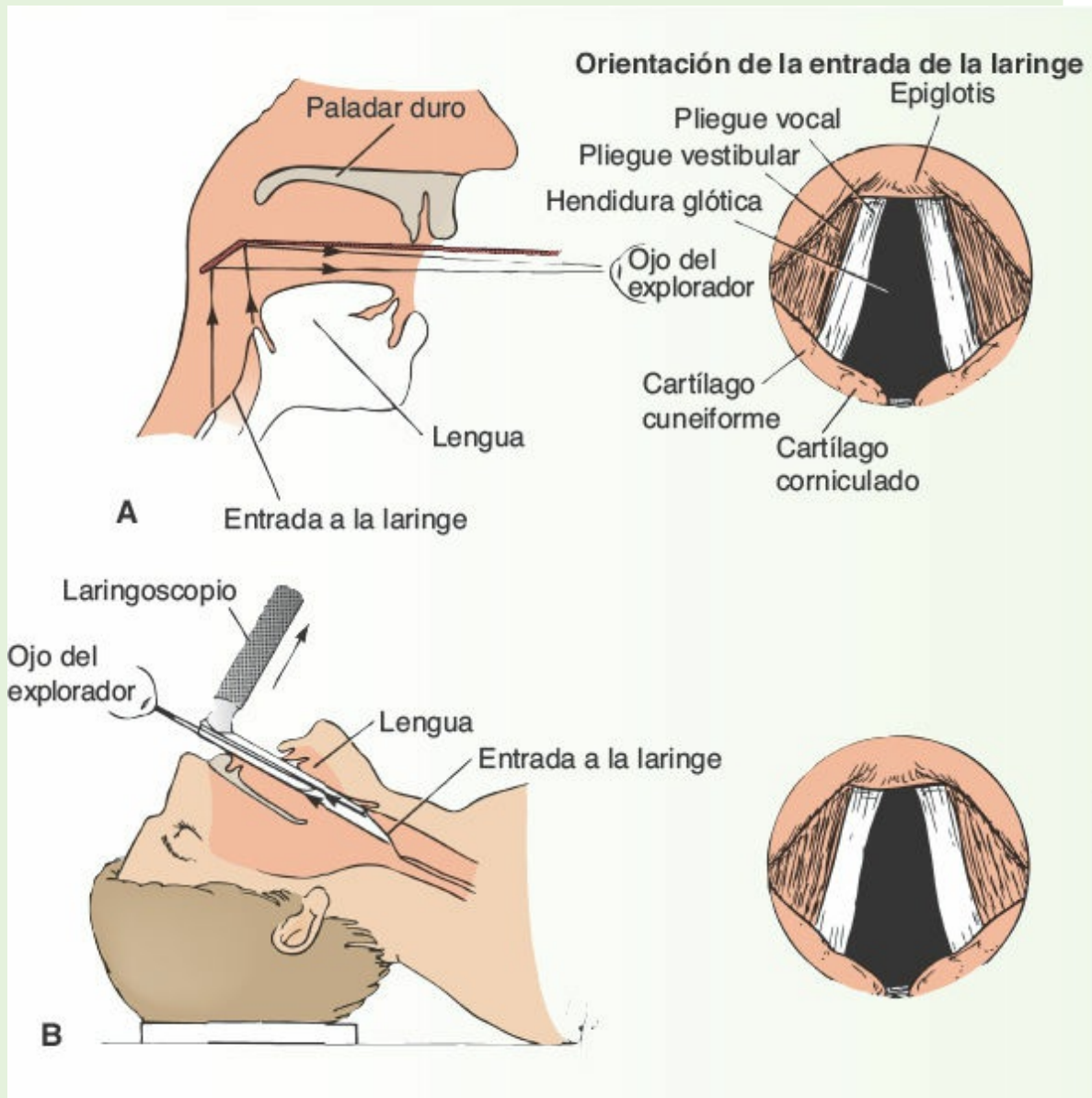


Figura 12-105 Inspección de los pliegues (cuerdas) vocales indirectamente a través de un espejo laríngeo (A) y a través de un laringoscopio (B). Obsérvese la orientación de las estructuras que forman la entrada laríngea.

Espejo laríngeo y laringoscopio

El interior de la laringe puede inspeccionarse **indirectamente** a través de un espejo laríngeo que pasa a través de la boca abierta hacia la bucofaringe (fig. 12-105). Un método más satisfactorio es el **método directo** con un laringoscopio. El cuello se trae hacia adelante sobre una almohada y la cabeza se extiende completamente en las articulaciones atlantooccipitales. El instrumento iluminado puede introducirse en la laringe sobre la cara posterior de la lengua. Se visualizan claramente las valéculas, las fosas piriformes, la epiglotis y los pliegues ariepiglóticos. Pueden reconocerse las dos elevaciones producidas por los cartílagos corniculados y cuneiformes. Dentro de la laringe, pueden visualizarse los pliegues vestibulares y los pliegues (cuerdas)

vocales. Los primeros son fijos, están ampliamente separados y son de color rojizo; los últimos se mueven con la respiración y son de color blanco. Con la respiración tranquila, la hendidura glótica es triangular, con el vértice hacia adelante. Con la inspiración profunda, la hendidura glótica asume una forma de diamante debido a la rotación lateral de los cartílagos aritenoides. Si se le solicita al paciente que respire profundamente, las cuerdas vocales se abducen ampliamente y puede observarse el interior de la tráquea.

Ejes anatómicos importantes para la intubación endotraqueal

Los tres ejes de las vías respiratorias superiores deben alinearse para visualizar adecuadamente la glotis a través de un laringoscopio: el eje de la boca, el eje de la faringe y el eje de la tráquea (fig. 12-106).

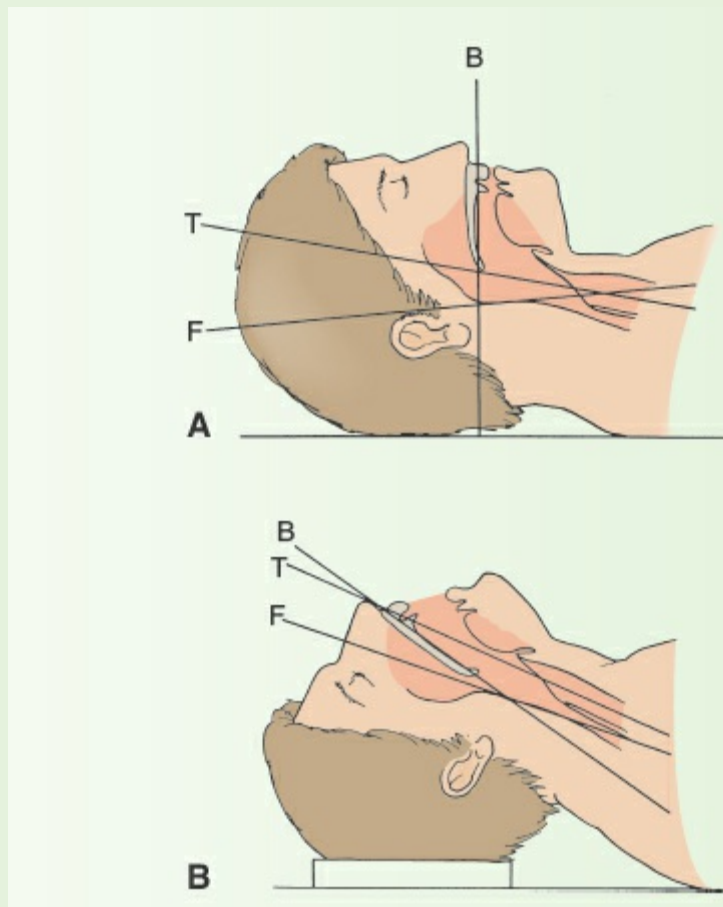


Figura 12-106 Ejes anatómicos para la intubación endotraqueal. **A.** Con la cabeza en la posición neutra, el eje de la boca (*B*), el eje de la tráquea (*T*) y el eje de la faringe (*F*) no están alineados entre sí. **B.** Al extender la cabeza en las articulaciones atlantooccipitales, el eje de la boca se coloca correctamente. Si la parte posterior de la cabeza se levanta de la mesa con una almohada, flexionando así la columna vertebral cervical, los ejes de la tráquea y la faringe se alinean con el eje de la boca.

Se requieren los siguientes procedimientos. En primer lugar, la cabeza se extiende a nivel de las articulaciones atlantooccipitales. Esto lleva el eje de la boca a la posición correcta. Después, el cuello se flexiona a nivel de las vértebras cervicales C4 a C7, elevando la parte posterior de la cabeza de la

mesa, a menudo con la ayuda de una almohada, que hace que los ejes de la faringe y la tráquea se alineen con el de la boca.

Anatomía de la visualización de las cuerdas vocales con la laringoscopia

- La epiglotis en forma de pera está insertada a través de su tallo en su extremo inferior al interior del cartílago tiroideo (véase [fig. 12-101](#)).
- Las cuerdas vocales se unen en sus extremos anteriores al cartílago tiroideos justo debajo de la inserción de la epiglotis.
- Por lo tanto, la manipulación de la epiglotis y posiblemente del cartílago tiroideo ayudará en gran medida al operador a visualizar las cuerdas y la glotis.

La cabeza y el cuello del paciente se colocan de manera que se alinean los tres ejes de la vía aérea (véase antes). El laringoscopio se introduce en la boca del paciente y la hoja se coloca junto a los dientes molares inferiores. La hoja puede entonces pasar sobre la lengua y bajar hacia el esófago. La punta de la hoja debe introducirse completamente en el esófago (para saber dónde está anatómicamente). Luego debe moverse hacia la línea media y seguir la curvatura anatómica en la cara posterior de la lengua.

La hoja del laringoscopio se retira suave y lentamente. La punta se mantiene bajo visión directa en todo momento y se retira del esófago. Debe recordarse que la punta de la hoja está al principio en el esófago y, por lo tanto, es distal al nivel de las cuerdas vocales. Una vez que la punta de la hoja ha salido del esófago, se localiza en la laringofaringe (véanse [figs. 12-89](#) y [12-92](#)), y la glotis tendría que ser inmediatamente evidente. Este es un paso crítico. Si no se ve la glotis, entonces el operador está viendo la cara posterior de la epiglotis.

Con la punta de la hoja del laringoscopio sobre la cara posterior de la epiglotis, se puede levantar suavemente la epiglotis para exponer la glotis. Si aún no se puede ver la glotis, es posible tomar el cartílago tiroideos (al que están adheridas las cuerdas y la epiglotis) con la mano derecha libre entre un dedo y el pulgar y aplicar una presión firme hacia atrás, hacia arriba y hacia la derecha. Esta maniobra realinea la caja de la laringe en relación con la hoja del laringoscopio y el eje visual del operador, y así se puede ver la glotis.

Actividad refleja secundaria a la intubación endotraqueal

La estimulación de la mucosa de la vía aérea superior durante el proceso de intubación puede producir cambios cardiovasculares, como bradicardia e hipertensión. Estos cambios son en gran parte mediados por los ramos de los nervios vagos.

Tráquea

La tráquea es un tubo cartilaginoso y membranoso móvil ([fig. 12-107](#)).

Comienza como una continuación de la laringe en el borde inferior del cartílago cricoides a nivel de la vértebra C6. Desciende en la línea media del cuello. En el tórax, la tráquea termina en la **carina** al dividirse en los **bronquios principales** derecho e izquierdo en el nivel del ángulo esternal (frente al disco entre la vértebra T4 y T5).

El tubo fibroelástico se mantiene permeable por la presencia de una barra cartilaginosa en forma de “U” (anillos) de cartílagos hialinos incluidos en su pared. Los extremos libres posteriores del cartílago están conectados por un músculo liso, el **músculo traqueal**.

La membrana mucosa de la tráquea está revestida con epitelio cilíndrico ciliado pseudoestratificado y contiene numerosas células caliciformes y glándulas mucosas tubulares.

Relaciones en el cuello

- **Anteriormente.** Piel, fascia, istmo de la glándula tiroides (delante de los anillos segundo, tercero y cuarto), vena tiroidea inferior, arco yugular, la arteria tiroidea (si está presente) y vena braquiocefálica izquierda en los niños, superpuesta por los músculos esternotiroideo y esternohioideos (véase [fig. 12-47](#)).
- **Posteriormente.** Nervios laríngeos recurrentes derecho e izquierdo y esófago.
- **Lateralmente.** Lóbulos de la glándula tiroides y vaina y contenido de la carótida.

Inervación traqueal

La inervación sensitiva proviene de los ramos vagales directos y los **nervios laríngeos recurrentes**.

Vascularización traqueal

Las **arterias tiroideas inferiores** irrigan los dos tercios superiores y las **arterias bronquiales** el tercio inferior.

Drenaje linfático traqueal

La linfa drena en los nódulos linfáticos pretraqueales y paratraqueales, así como también en los nódulos cervicales profundos.

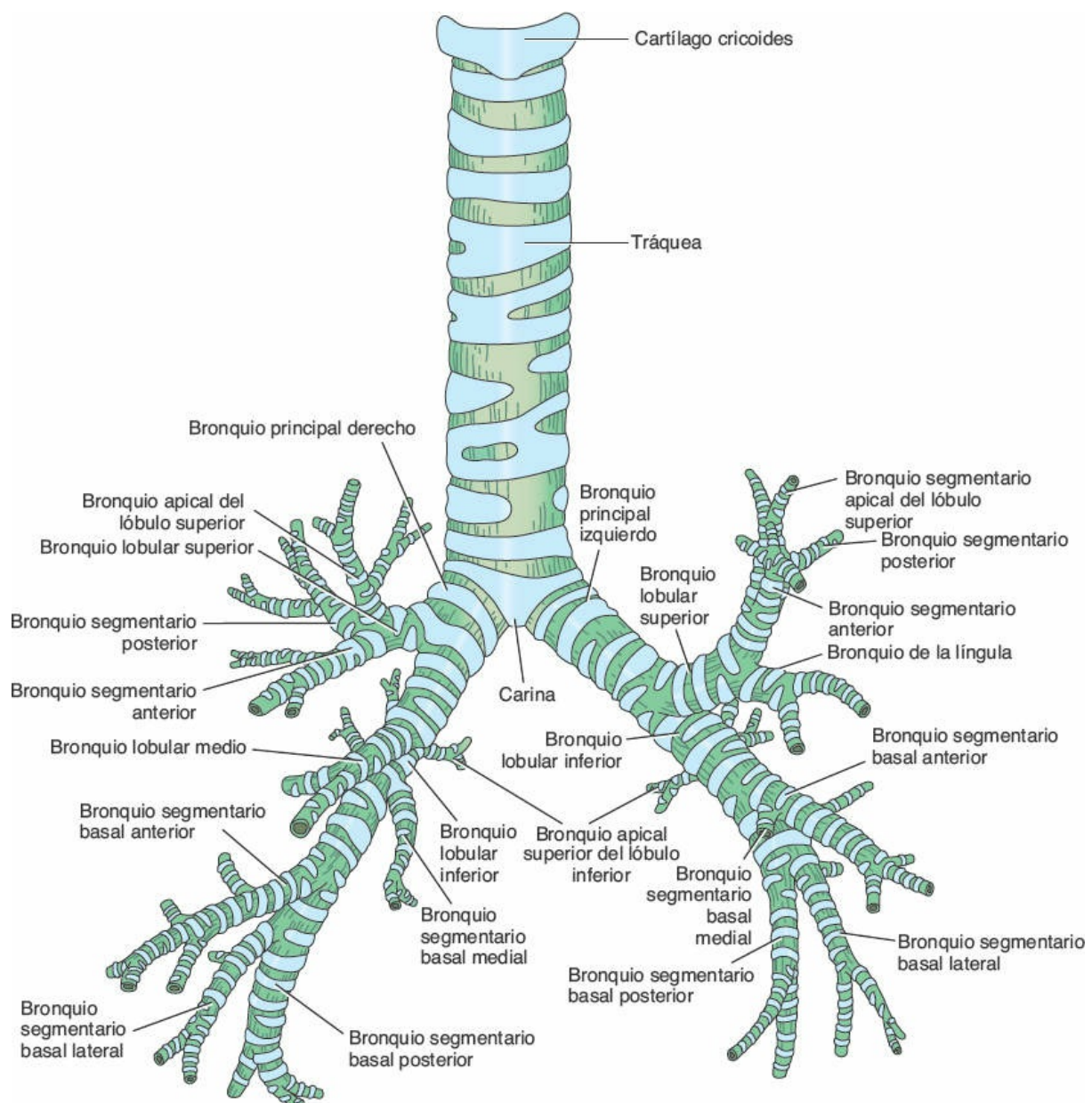


Figura 12-107 Tráquea y bronquios.



Notas clínicas

Estructuras en la línea media del cuello

Múltiples estructuras de la línea media en el cuello son fácilmente reconocibles cuando se pasa un dedo por el cuello desde la barbilla hasta la escotadura supraesternal (véase sección *Anatomía de superficie*). Puede detectarse un nódulo linfático submentoniano agrandado por un trastorno patológico en cualquier lugar entre el ápice de la lengua y la punta de la barbilla.

Palpación de la tráquea

La tráquea es fácilmente palpable debajo de la laringe. A medida que descende, se vuelve más profunda y puede quedar a unos 4 cm de la superficie en la escotadura supraesternal. En el adulto, puede medir unos 2,5 cm de diámetro, pero en un niño de 3 años solo mide 1,25 cm. La tráquea es un tubo elástico móvil, que se desplaza fácilmente por el agrandamiento de los órganos adyacentes o la presencia de tumores. Además, una lesión patológica en el tórax puede causar un desplazamiento

lateral de la porción cervical de la tráquea.

Compromiso de la vía aérea

Ninguna emergencia médica produce más urgencia y ansiedad que el compromiso de la vía aérea. Debe iniciarse el tratamiento casi inmediato. Todas las técnicas de control de la vía aérea requieren un conocimiento detallado de la anatomía.

Cricotiroidotomía

En la cricotiroidotomía, se introduce un tubo en el intervalo entre el cartílago cricoides y el cartílago tiroides. Se emplaza una incisión vertical o transversal en la piel en el intervalo entre los cartílagos (fig. 12-108). La incisión se profundiza a través de las siguientes estructuras: piel, fascia superficial (atención con las venas yugulares anteriores, que se localizan juntas a cada lado de la línea media), capa de revestimiento de la fascia cervical profunda, fascia pretraqueal (separar los músculos esternohioideos e incidir la fascia) y la laringe. La laringe se abre con una incisión horizontal a través del **ligamento cricotiroides**, y se introduce el tubo.

Complicaciones

- **Perforación esofágica.** Dado que el extremo inferior de la faringe y el comienzo del esófago se localizan directamente posteriores al cartílago cricoides, es fundamental que la incisión del bisturí a través de la membrana cricotiroides no se prolongue demasiado posteriormente. Ello es particularmente importante en niños pequeños, cuyo diámetro transversal de la laringe es muy pequeño.
- **Hemorragia.** Deben evitarse las pequeñas ramas de la arteria tiroidea superior que ocasionalmente atraviesan la cara anterior de la membrana cricotiroides para anastomosarse.

Traqueostomía

En general, la traqueostomía solo se usa en pacientes con daño laríngeo extenso y en bebés con obstrucción grave de las vías respiratorias. Debido a la presencia de grandes estructuras vasculares (arterias carótidas y vena yugular interna), la glándula tiroides, los nervios (ramo laríngeo recurrente del nervio vago y el nervio vago), las cavidades pleurales y el esófago, debe prestarse una atención meticulosa al detalle anatómico (fig. 12-109). El procedimiento se realiza como sigue:

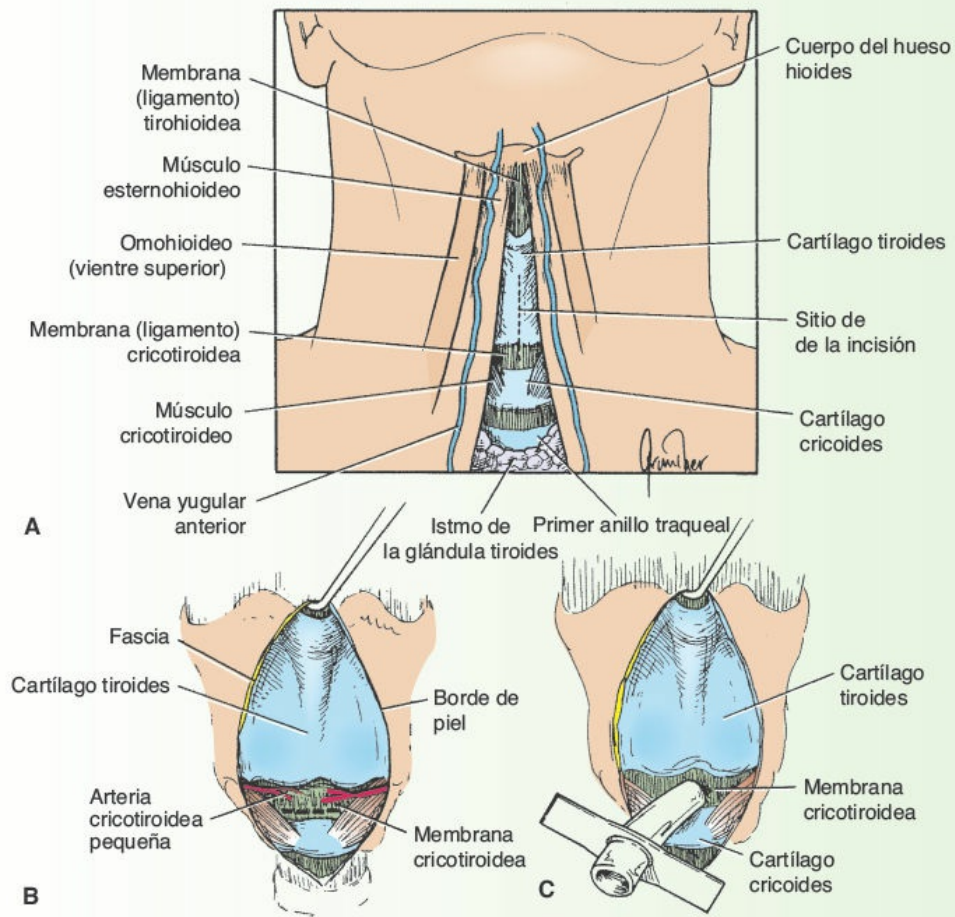


Figura 12-108 Anatomía de la cricotiroidotomía. **A.** Se realiza una incisión vertical a través de la piel y fascias cervicales superficial y profunda. **B.** La membrana cricotiroides se incide horizontalmente cerca del borde superior del cartílago cricoides. **C.** Introducción del tubo.

1. Se identifican los cartílagos tiroides y cricoides, y el cuello se extiende para traer la tráquea hacia el frente.
2. Se realiza una incisión vertical en la piel, en la línea media, desde la región de la membrana cricotiroides hacia la escotadura supraesternal.
3. La incisión se realiza a través de la fascia superficial y las fibras del músculo platisma. Las venas yugulares anteriores en la fascia superficial se evitan manteniendo la posición medialmente.
4. Se incide la capa de revestimiento de la fascia cervical profunda.
5. Los músculos pretraqueales incluidos en la fascia pretraqueal se seccionan en la línea media dos traveses de dedo por encima de la escotadura supraesternal.
6. Los anillos traqueales son palpables en la línea media o el istmo de la glándula tiroides es visible. Si se coloca un gancho por debajo del borde inferior del cartílago cricoides y se aplica tracción hacia arriba, la elástica tráquea se pone más tensa; esto evita su deslizamiento de lado a lado.
7. Después, debe decidirse si entrar en la tráquea a través del segundo anillo por encima del istmo de la glándula tiroides; a través del tercer,

cuarto o quinto anillo seccionando primero el istmo vascular de la glándula tiroidea; o a través de los anillos traqueales inferiores, debajo del istmo tiroideo. En este último sitio, la tráquea ya comienza a ser más profunda con respecto a la superficie del cuello, y la fascia pretraqueal contiene las venas tiroideas inferiores y, posiblemente, la arteria tiroidea ima.

8. El **sitio preferido** es a través del segundo anillo traqueal en la línea media, con el istmo tiroideo reflejado inferiormente. Se realiza una incisión traqueal vertical y se introduce el tubo de traqueostomía.

Complicaciones

La mayoría de las complicaciones se deben a que no se palpan y reconocen adecuadamente los cartílagos tiroideos, cricoides y traqueales, así como no se limita la incisión estrictamente a la línea media.

- **Hemorragia.** Deben evitarse las venas yugulares anteriores ubicadas en la fascia superficial cerca de la línea media. Si se secciona el istmo de la glándula tiroidea, deben ligarse las ramas anastomóticas de las arterias tiroideas superior e inferior que cruzan la línea media en el istmo.
- **Parálisis nerviosa.** Los nervios laríngeos recurrentes pueden dañarse a medida que ascienden por el cuello en el surco entre la tráquea y el esófago.
- **Neumotórax.** La cúpula cervical de la pleura puede perforarse, lo cual es especialmente frecuente en niños dada la posición elevada de la pleura en el cuello.
- **Lesión esofágica.** El daño del esófago, que se localiza inmediatamente posterior a la tráquea, ocurre con mayor frecuencia en bebés; se produce tras la penetración de la tráquea, de diámetro pequeño, por la punta de la hoja del bisturí.

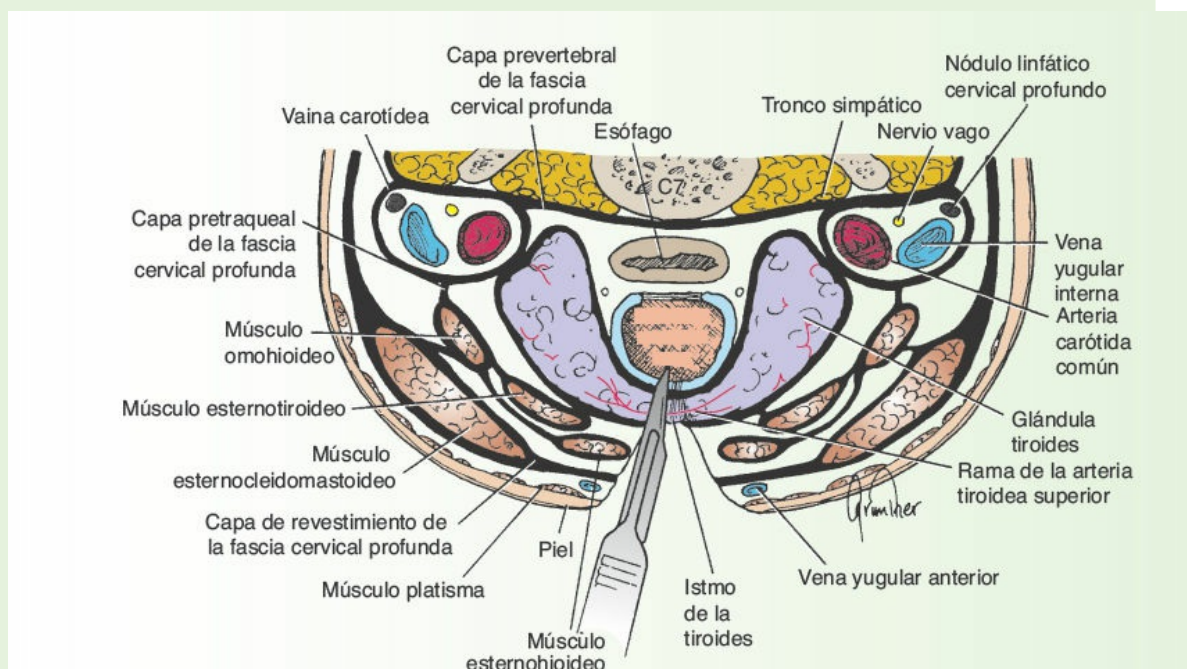


Figura 12-109 Sección transversal del cuello a nivel del segundo anillo traqueal. Se realiza una

incisión vertical a través del anillo y se introduce el tubo de traqueostomía.

SISTEMA ENDOCRINO

Dos estructuras endocrinas, la **glándula hipófisis** (pituitaria) y la **glándula pineal**, se localizan en la cabeza. Cinco estructuras adicionales, la **glándula tiroides** y las **glándulas paratiroides**, se ubican en el cuello.

Hipófisis (glándula pituitaria)

La glándula hipófisis (pituitaria) es una pequeña estructura ovalada unida a la cara inferior del encéfalo por el infundíbulo, similar a un tallo, ([fig. 12-110](#); véase también [fig. 12-27](#)). El infundíbulo perfora el **diafragma de la silla** para alcanzar la glándula. La glándula en sí misma está bien protegida gracias a su ubicación en la **fosa hipofisaria** de la **silla turca** del hueso esfenoides. Dado que las hormonas producidas por la glándula influyen en las actividades de muchas otras glándulas endocrinas, a la hipófisis cerebral se la conoce como la **glándula endocrina maestra**. Por este motivo, es indispensable para la vida.

La glándula hipófisis tiene dos lóbulos: uno **anterior (adenohipófisis)** y uno **posterior (neurohipófisis)**. El lóbulo anterior se subdivide en la **porción anterior** (a veces llamada **distal**) y la **porción intermedia**, que puede estar separada por una hendidura que es el remanente de una bolsa embrionaria. Una proyección de la porción anterior, la **porción tuberal**, se extiende superiormente a lo largo de las caras anterior y lateral del tallo hipofisario.

Relaciones

- **Anterior.** El seno esfenoidal ([véase fig. 12-27](#)).
- **Posterior.** El dorso de la silla, la arteria basilar y el puente.
- **Superior.** El diafragma de la silla tiene una abertura central que permite el paso del infundíbulo y el lóbulo anterior del quiasma óptico ([véase fig. 12-110](#)).
- **Inferior.** El cuerpo del esfenoides, con sus senos esfenoidales.
- **Lateral.** El seno cavernoso y sus contenidos.

Vascularización

Las **arterias hipofisarias superior e inferior**, ramas de la arteria carótida interna, irrigan la glándula. Las venas drenan en los **senos intercavernosos**.

Funciones de la glándula hipófisis

La hipófisis influye en las actividades de otras glándulas endocrinas. La glándula es controlada por el hipotálamo, y las actividades de este último se modifican por la información recibida a lo largo de numerosas vías nerviosas aferentes

desde distintas partes del sistema nervioso central y por las concentraciones plasmáticas de electrolitos y hormonas circulantes.

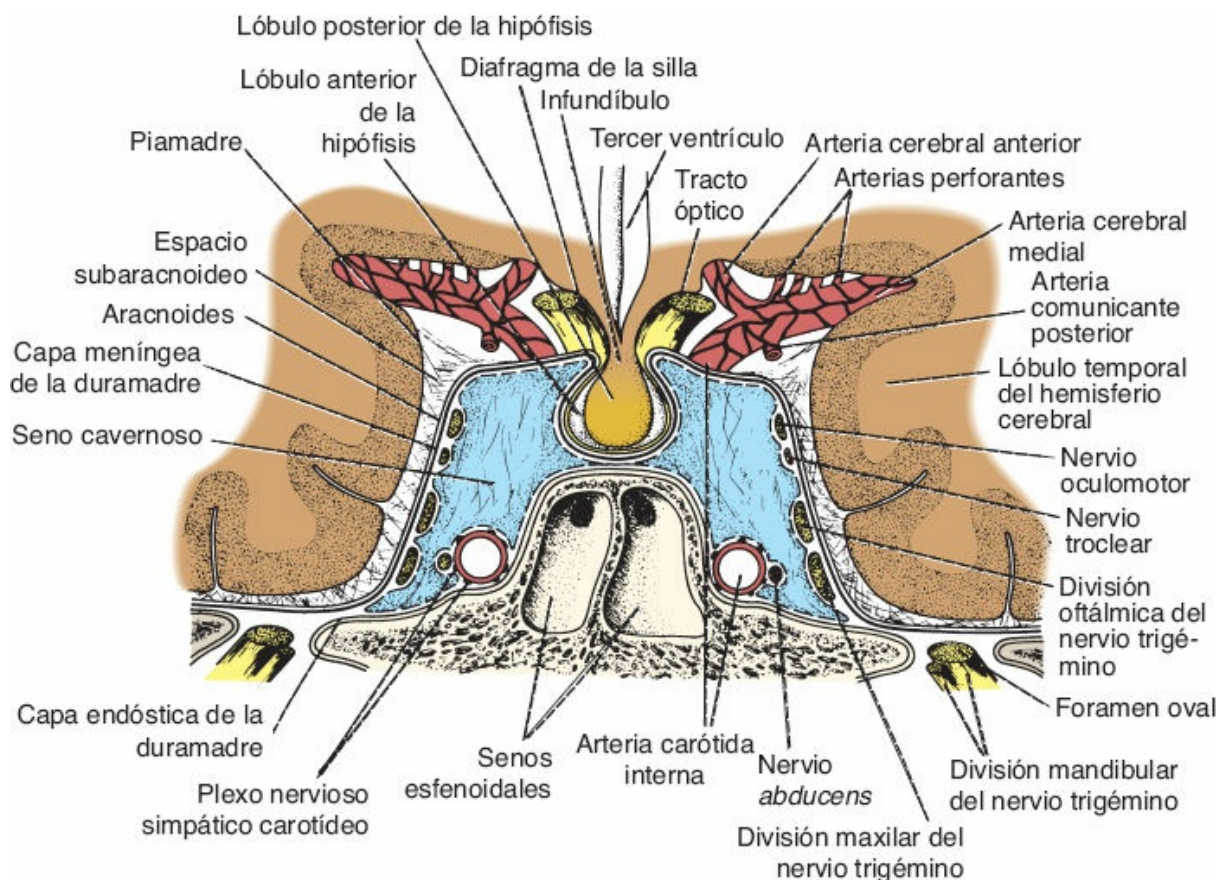


Figura 12-110 Sección coronal a través del cuerpo del hueso esfenoides, que muestra la hipófisis y los senos cavernosos. Obsérvese la posición de la arteria carótida interna y los nervios craneales.



Notas embriológicas

Desarrollo de la hipófisis

La hipófisis se desarrolla a partir de **dos fuentes**: un pequeño divertículo ectodérmico (la bolsa de Rathke), que crece superiormente desde el techo del estomodeo inmediatamente anterior a la membrana bucofaringea, y un pequeño divertículo ectodérmico (el **infundíbulo**), que crece inferiormente desde el suelo del diencefalo (fig. 12-111).

Durante el segundo mes de desarrollo, la bolsa de Rathke entra en contacto con la cara anterior del infundíbulo y su conexión con el epitelio bucal se alarga, se estrecha y finalmente desaparece. La bolsa de Rathke pasa a ser, entonces, una vesícula que se aplanan alrededor de las caras anterior y lateral del infundíbulo. Las células de la pared anterior de la vesícula proliferan y forman la **porción anterior** de la hipófisis. Una extensión celular desde la parte superior de la vesícula crece superiormente y alrededor del tallo del infundíbulo, formando la **porción tuberal**. Las células de la pared posterior de la vesícula nunca se desarrollan ampliamente; forman la **porción intermedia**. Algunas de las células migran hacia la porción anterior. La cavidad de la vesícula se reduce a una hendidura estrecha, que puede desaparecer por completo. Mientras tanto, el infundíbulo se diferencia en el tallo y la porción nerviosa de la hipófisis.

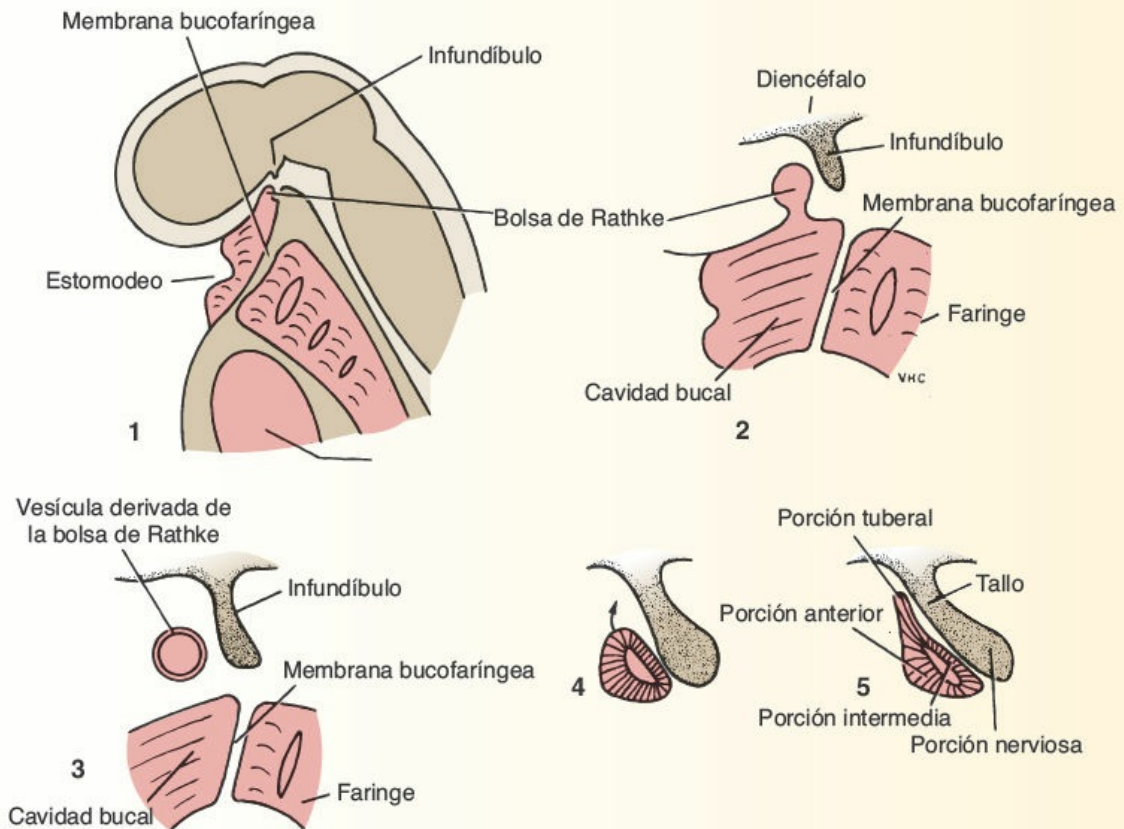


Figura 12-111 Secciones sagitales que muestran diferentes etapas del desarrollo de la hipófisis.

Glándula pineal

La glándula pineal es un pequeño cuerpo en forma de cono que se proyecta posteriormente desde el extremo posterior del techo del tercer ventrículo del encéfalo (véase [fig. 12-27](#)). La glándula pineal está formada esencialmente por grupos de células, los **pinealocitos**, sostenidos por células gliales. La glándula tiene una vascularización abundante y está inervada por fibras nerviosas simpáticas posganglionares.

Funciones de la glándula pineal

La glándula pineal influye en las actividades de la hipófisis, los islotes de Langerhans del páncreas, las glándulas paratiroides, las glándulas suprarrenales y las gónadas. Las secreciones pineales, producidas por los pinealocitos, alcanzan sus órganos objetivo a través del torrente sanguíneo o del líquido cerebrospinal. Sus acciones son principalmente inhibitorias; inhiben directamente la producción de hormonas o indirectamente la secreción de factores de liberación por el hipotálamo.

Glándula tiroides

La glándula tiroides está formada por los lóbulos derecho e izquierdo conectados por un istmo estrecho (fig. 12-112; véase también fig. 12-47). Es un órgano vascularizado y rodeado por una vaina derivada de la capa pretraqueal de la fascia profunda. La vaina une la glándula a la laringe y la tráquea.

Cada **lóbulo** tiene forma de pera, con el vértice dirigido superiormente hasta la línea oblicua en la lámina del cartílago tiroides. Su base se localiza por debajo del nivel del cuarto o quinto anillo traqueal.

El **istmo** se extiende a través de la línea media por delante del segundo, tercer y cuarto anillos traqueales. A menudo también existe un **lóbulo piramidal**, que se proyecta superiormente desde el istmo, en general hacia la izquierda de la línea media. Una banda fibrosa o muscular conecta con frecuencia el lóbulo piramidal con el hueso hioides; si es muscular, se le conoce como el ***elevador de la glándula tiroides***.

Relaciones de los lóbulos

- **Anterolateral.** Músculo esternohioideo, vientre superior del omo hioideo, esternohioideo y borde superior del esternocleidomastoideo.
- **Posterolateral.** Vaina carotídea con la arteria carótida común, vena yugular interna y nervio vago.
- **Medial.** Laringe, tráquea, faringe y esófago (el músculo cricotiroides y su fuente de inervación, y el nervio laríngeo externo se asocian con estas estructuras). El nervio laríngeo recurrente se localiza en el surco entre el esófago y la tráquea.
- **Posterior.** Glándulas paratiroides superiores e inferiores y anastomosis entre las arterias tiroideas superior e inferior.

Relaciones del istmo

- **Anterior.** Músculos esternotiroides y esternohioideos, venas yugulares anteriores, fascia y piel.
- **Posterior.** Segundo, tercero y cuarto anillos de la tráquea.
- **Superior.** Las ramas terminales de las arterias tiroideas superiores se anastomosan a lo largo de su borde superior.

Vascularización

Las **arterias** de la glándula tiroides son la tiroidea superior, la tiroidea inferior y, en ocasiones, la tiroidea ima. Las arterias se anastomosan profusamente entre sí sobre la superficie de la glándula.

La **arteria tiroidea superior**, una rama de la carótida externa, desciende hacia el polo superior de cada lóbulo, acompañada por el **nervio laríngeo externo**.

La **arteria tiroidea inferior**, una rama del tronco tirocervical, asciende posterior a la glándula hasta el nivel del cartílago cricoides. Luego, gira inferomedialmente para alcanzar el borde posterior de la glándula. El **nervio**

laríngeo recurrente cruza anterior o posterior a la arteria, o puede pasar entre sus ramas.

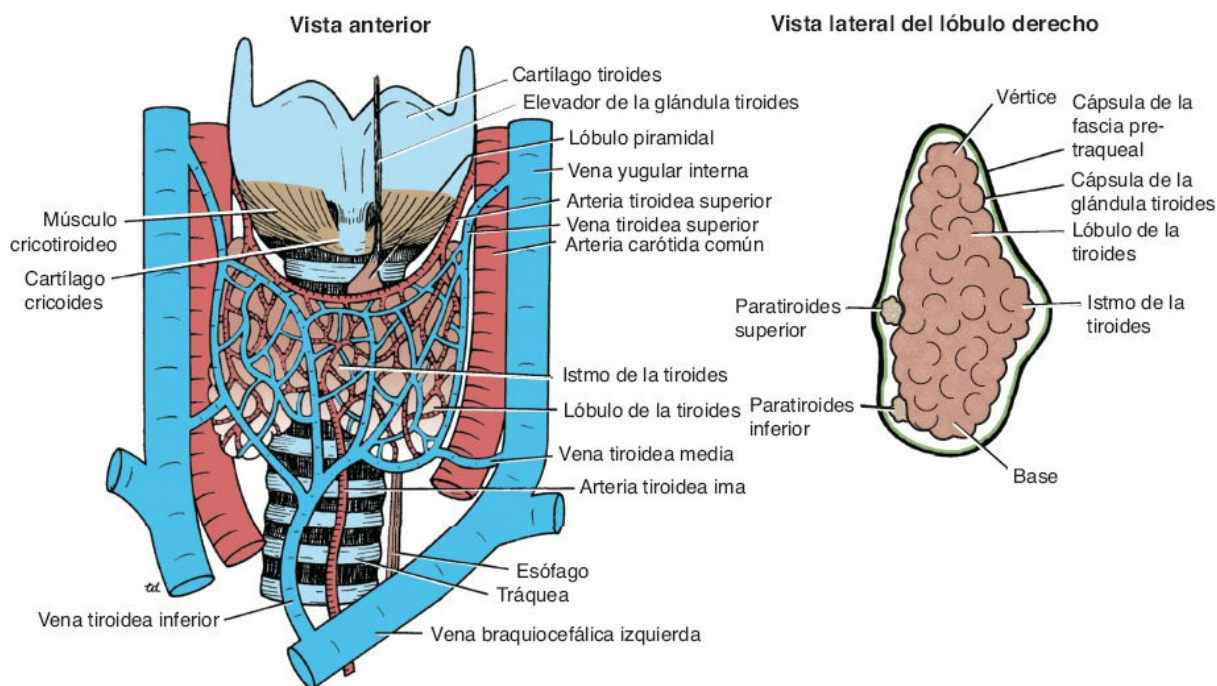


Figura 12-112 Estructura y vascularización de la glándula tiroides.



Notas clínicas

Tumefacciones de la glándula tiroides y movimiento al deglutir

La glándula tiroides está cubierta por una vaina derivada de la fascia pretraqueal. La glándula está unida a la laringe y la tráquea, lo cual explica por qué la tiroides sigue los movimientos de la laringe al deglutir. Por lo tanto, cualquier tumefacción patológica del cuello que involucre la tiroides se desplazará superiormente cuando se solicite al paciente que trague.

Tiroides y vía aérea

La estrecha relación entre la tráquea y los lóbulos de la glándula tiroides suele dar lugar a una compresión de la tráquea en pacientes con agrandamiento patológico de la tiroides.

Bocio retroesternal

La unión de los músculos esternotiroideos al cartílago tiroides limita la expansión superior de la glándula. Dado que no hay límite para la expansión hacia abajo, es habitual que una glándula tiroides agrandada patológicamente se extienda hacia abajo, por detrás del esternón. El bocio (agrandamiento anómalo de la glándula tiroides) retroesternal puede comprimir la tráquea y causar una disnea peligrosa; también puede producir compresión venosa grave.

Arterias y nervios tiroideos importantes

Las dos arterias principales que irrigan la glándula tiroides están estrechamente relacionadas con nervios importantes que pueden dañarse durante una tiroidectomía. La **arteria tiroidea superior** a cada lado se relaciona con el **nervio laríngeo externo**, que inerva el músculo cricotiroides. Las ramas terminales de la **arteria tiroidea inferior** a cada lado están relacionadas con el **nervio laríngeo recurrente**. El daño del nervio laríngeo externo produce una incapacidad para tensar las cuerdas vocales y ronquera. Véase el análisis previo sobre la laringe para conocer los resultados del

daño al nervio laríngeo recurrente.

Tiroidectomía y glándulas paratiroides

Normalmente, hay cuatro glándulas paratiroides, todas estrechamente relacionadas con la cara posterior de la glándula tiroides (véase más adelante). En la **tiroidectomía parcial**, la parte posterior de la glándula tiroides se deja intacta y las glándulas paratiroides no se afectan. El desarrollo de las glándulas paratiroides inferiores está estrechamente relacionado con el timo. Por esta razón, no es raro encontrar las glándulas paratiroides inferiores en el mediastino superior porque el timo las ha desplazado hacia el tórax.

La **tiroidea ima**, si está presente, puede nacer de la arteria braquiocefálica o del arco de la aorta. Desciende frente a la tráquea hacia el istmo.

Las **venas** de la glándula tiroides son la **tiroidea superior**, que drena en la vena yugular interna; la **tiroidea media**, que drena en la vena yugular interna; y la **tiroidea inferior**. Las venas tiroideas inferiores de los dos lados se anastomosan entre sí cuando descienden anteriores a la tráquea. Drenan en la vena braquiocefálica izquierda en el tórax.

Drenaje linfático

La linfa de la tiroides drena principalmente lateralmente en los **nódulos linfáticos cervicales profundos**. Una cantidad reducida de vasos descienden hasta los nódulos paratraqueales.

Inervación

Ganglios simpáticos cervicales superior, medio e inferior.

Funciones de la tiroides

Las hormonas tiroideas (tiroxina y triyodotironina) aumentan la actividad metabólica de la mayoría de las células del cuerpo. Las células parafoliculares producen la hormona tirocalcitonina, que disminuye las concentraciones de calcio en la sangre.



Notas embriológicas

Desarrollo de la tiroides

La glándula tiroides comienza a desarrollarse durante la tercera semana como un engrosamiento ectodérmico en la línea media del suelo de la faringe entre el **tubérculo impar** y la **cópula** (fig. 12-113). Más tarde, este engrosamiento se convierte en un divertículo, el **conducto tirogloso**, que crece inferiormente en el mesénquima subyacente. Con el desarrollo, el conducto se alarga y su extremo distal adquiere un aspecto bilobulado. Pronto, el conducto se convierte en un cordón celular sólido y, como resultado de la proliferación epitelial, las prominencias terminales bilobuladas se expanden para formar la glándula tiroides.

A continuación, la glándula tiroides migra en la parte inferior del cuello y pasa, ya sea anterior, posterior o a través, por el cuerpo en desarrollo del hueso hioides. En la séptima semana alcanza su posición final en relación con la laringe y la tráquea. Mientras tanto, el cordón sólido que conecta la tiroides con la lengua se fragmenta y desaparece. El sitio de origen del conducto tirogloso en la

lengua permanece como una fosa denominada **foramen ciego**. En este momento, la glándula tiroides ya puede dividirse en un pequeño **istmo** medio y dos grandes **lóbulos laterales**.

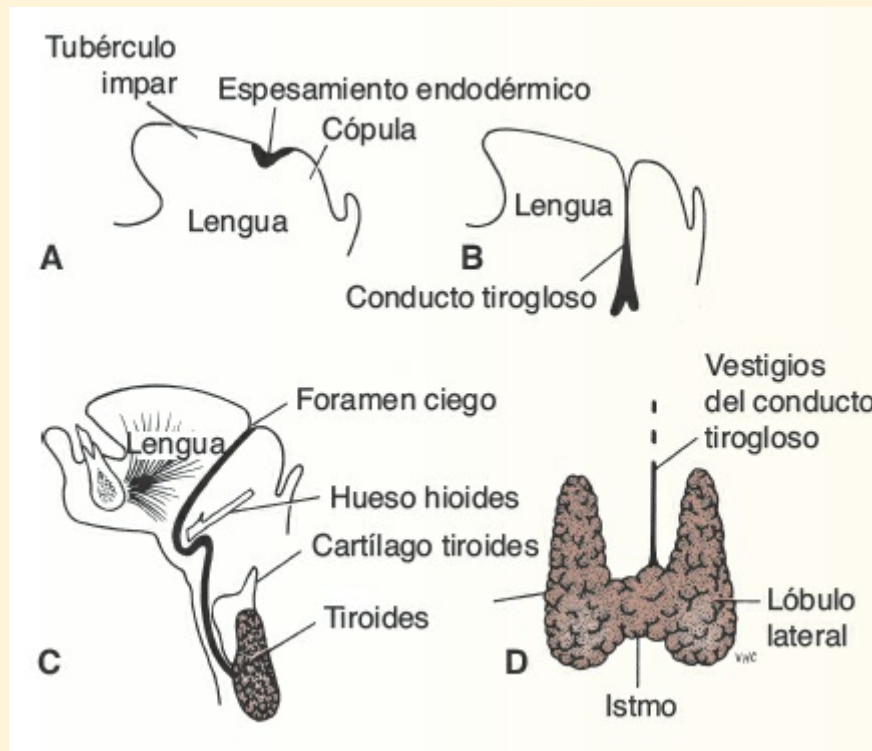


Figura 12-113 Diferentes etapas del desarrollo de la glándula tiroides. **A.** Sección sagital de la lengua en la que se muestra un engrosamiento ectodérmico entre el tubérculo impar y la cópula. **B.** Sección sagital de la lengua en la que se muestra el desarrollo del conducto tirogloso. **C.** Sección sagital de la lengua y el cuello en la que se muestra el camino recorrido por la glándula tiroides a medida que migra inferiormente. **D.** Vista frontal de la glándula tiroides completamente desarrollada. Obsérvense los restos del conducto tirogloso por encima del istmo.

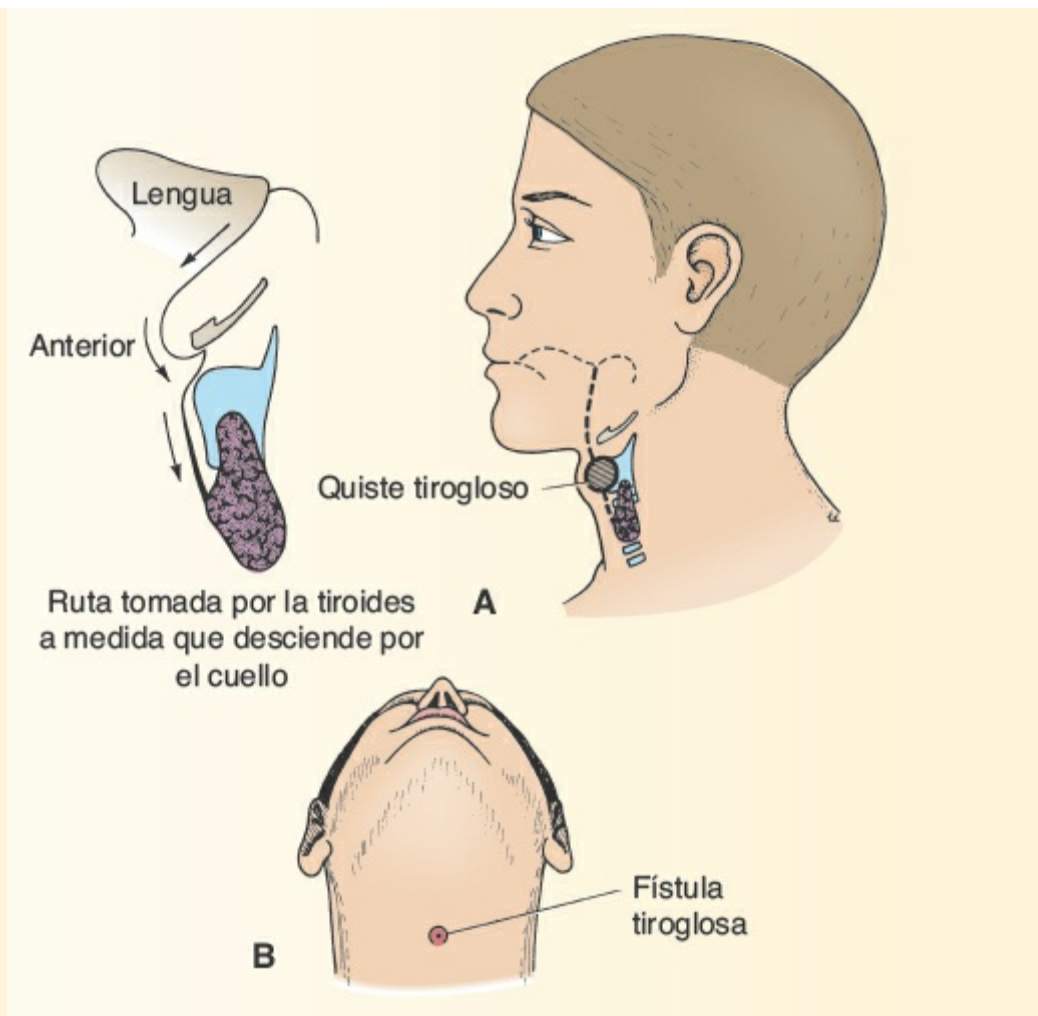


Figura 12-114 Quiste tirogloso (A) en la línea media del cuello y fístula tiroglosa (B).

En las primeras etapas, la tiroides está formada por una masa celular sólida. Luego, como resultado de la invasión del tejido mesenquimatoso vascular circundante, la masa se degrada en placas y cordones y, finalmente, en pequeños grupos celulares. Para el tercer mes, el coloide comienza a acumularse en el centro de cada grupo, de modo que se forman los **folículos**. La **cápsula fibrosa** y el tejido conjuntivo se desarrollan a partir del mesénquima circundante.

Se cree que los **cuerpos ultimobranquiales** (de la quinta bolsa faríngea) y las células de la cresta neural son incorporados a la tiroides, donde forman las **células parafoliculares**, que producen **calcitonina**.

Agenesia tiroidea

Puede haber un fallo en el desarrollo de la tiroides, lo cual constituye la causa más frecuente de **cretinismo**.

Descenso incompleto de la tiroides

El descenso de la tiroides puede detenerse en cualquier punto entre la base de la lengua y la tráquea (fig. 12-114). La **tiroides lingual** es la forma más frecuente de descenso incompleto (fig. 12-115). La masa de tejido que se localiza justo inferior al foramen ciego puede ser lo suficientemente grande como para obstruir la deglución en el recién nacido.

Tejido tiroideo ectópico

En ocasiones puede observarse tejido tiroideo ectópico en el tórax en relación con la tráquea, los

bronquios o incluso el esófago. Se supone que este tejido tiroideo se debe al desplazamiento de células endodérmicas durante la formación del tubo laringotraqueal, o a células endodérmicas del esófago en desarrollo.

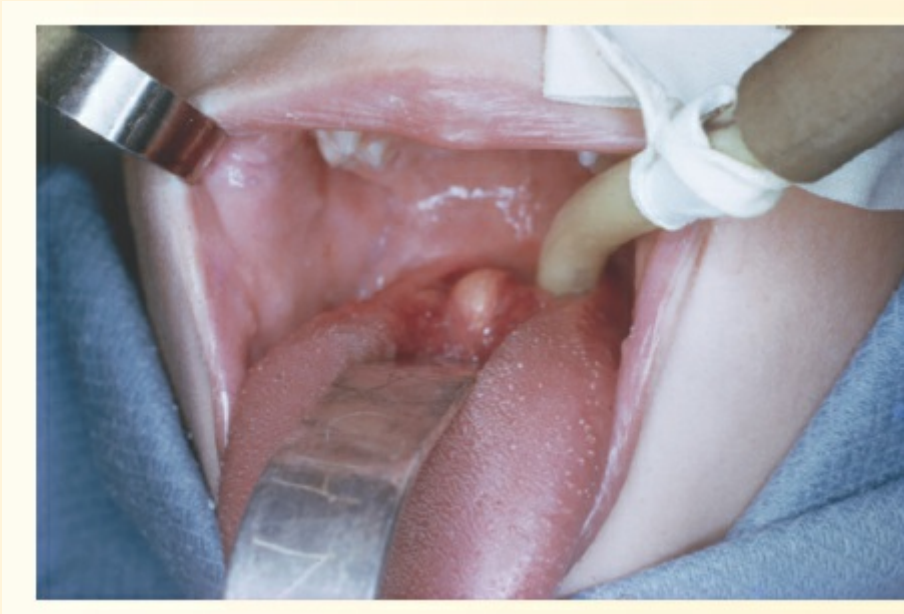


Figura 12-115 Tiroides lingual (cortesía de: J. Randolph).

Conducto tirogloso persistente

En la infancia, en la adolescencia o en adultos jóvenes suelen aparecer afecciones relacionadas con la persistencia del conducto tirogloso.

Quiste tirogloso

Pueden aparecer quistes en cualquier punto a lo largo del conducto tirogloso ([fig. 12-116](#); véase también [fig. 12-114](#)). Ocurren con mayor frecuencia en la región por debajo del hueso hioides. Dicho quiste ocupa la **línea media** y se desarrolla como resultado de la persistencia de una pequeña cantidad de epitelio que continúa secretando moco. El crecimiento del quiste aumenta las probabilidades de infección y, por lo tanto, debe extirparse quirúrgicamente. Dado que los remanentes del conducto a menudo atraviesan el cuerpo del hueso hioides, también es posible que este también deba extirparse para prevenir la recurrencia.

Fístula tiroglosa

En ocasiones, se produce la rotura espontánea de un quiste tirogloso, lo cual origina una fístula (véase [fig. 12-114](#)). En general, es el resultado de la infección de un quiste. Todos los remanentes del conducto tirogloso deben extirparse quirúrgicamente.

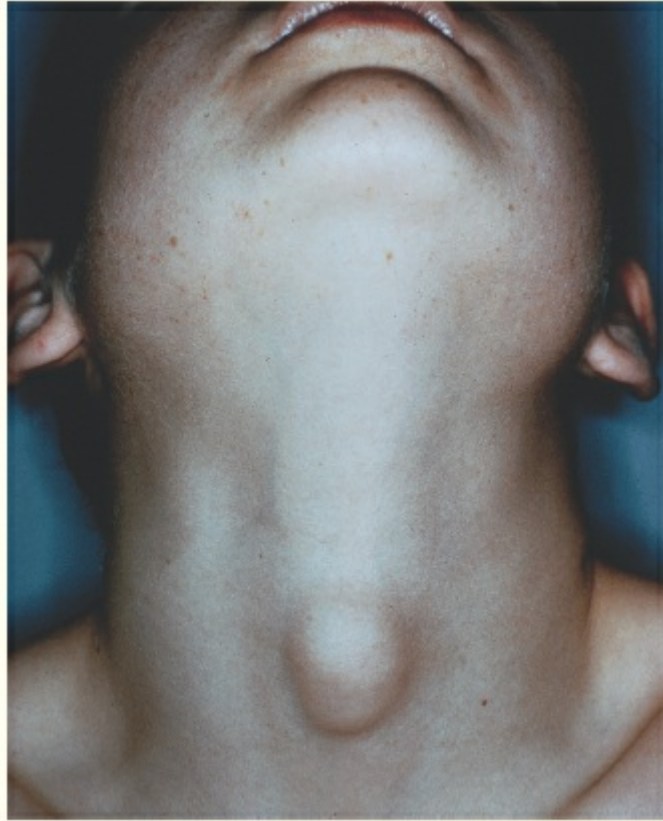


Figura 12-116 Quiste tirogloso (cortesía de: L. Thompson).

Glándulas paratiroides

Las paratiroides son cuerpos ovoides que miden unos 6 mm en su diámetro mayor. Son cuatro en total y están estrechamente relacionadas con el borde posterior de la glándula tiroides, pues se localizan dentro de su cápsula fascial (véase [fig. 12-112](#)).

Las dos **glándulas paratiroides superiores** son las más constantes en posición y se localizan en el medio del borde posterior de la glándula tiroides.

Las dos **glándulas paratiroides inferiores** por lo general se localizan cerca de los polos inferiores de la glándula tiroides. Pueden estar dentro de la cubierta fascial, en la sustancia tiroidea o fuera de la cubierta fascial. A veces, se ubican una cierta distancia caudal con respecto a la glándula tiroides, junto con las venas tiroideas inferiores, o incluso pueden hallarse en el mediastino superior en el tórax.

Vascularización

Las arterias tiroideas superior e inferior irrigan las glándulas paratiroides. El drenaje venoso se realiza hacia las venas tiroideas superior, media e inferior.

Drenaje linfático

La linfa drena tanto en los **nódulos linfáticos profundos** como en los **paratraqueales**.

Inervación

Ganglios simpáticos cervicales superior y medio.

Funciones de la glándula paratiroides

Las células principales producen la **hormona paratiroidea**, que estimula la actividad osteoclástica en los huesos, movilizand así el calcio óseo y aumentando las concentraciones de calcio en la sangre. La hormona paratiroidea también estimula la absorción de calcio en la dieta por el intestino delgado y su reabsorción en los túbulos contorneados proximales del riñón. Asimismo, disminuye mucho la reabsorción de fosfato en los túbulos contorneados proximales del riñón. Las concentraciones de calcio en la sangre controlan la secreción de la hormona paratiroidea.



Notas embriológicas

Desarrollo de las paratiroides

El par de **glándulas paratiroides inferiores (paratiroides III)** se desarrolla como resultado de la proliferación de células endodérmicas en la **tercera bolsa faríngea** de cada lado. A medida que el divertículo tímico de cada lado crece inferiormente en el cuello, se lleva consigo la paratiroides inferior, de modo que finalmente se asienta en la cara posterior del lóbulo lateral de la glándula tiroides cerca de su polo inferior, y se separa completamente del timo ([fig. 12-117](#)).

El par de **glándulas paratiroides superiores (paratiroides IV)** se desarrollan como una proliferación de células endodérmicas en la **cuarta bolsa faríngea** de cada lado. Rompen su conexión con la pared faríngea y toman su posición final en la cara posterior del lóbulo lateral de la glándula tiroides de cada lado, aproximadamente a nivel del istmo. El resultado final es que las paratiroides embrionarias más caudales adquieren una posición final más superior (craneal) debido a sus diferentes relaciones con el timo embrionario.

En las primeras etapas del desarrollo, cada glándula está formada por una masa sólida de células claras: las **células principales**. En la infancia tardía, aparecen células acidófilas: las células **oxífilas**. El tejido conjuntivo y la vascularización derivan del mesénquima circundante. Se cree que la secreción de la hormona paratiroidea se inicia en las primeras fases de la vida fetal por parte de las células principales, a fin de regular el metabolismo del calcio. Se considera que las células oxífilas son células principales que no funcionan.

Ausencia e hipoplasia de glándulas paratiroides

Se ha observado la agenesia o el desarrollo incompleto de las glándulas paratiroides en individuos con hipoparatiroidismo idiopático.

Glándulas paratiroides ectópicas

La estrecha relación entre las paratiroides inferiores y el timo en desarrollo explica el hallazgo frecuente de tejido paratiroideo en el mediastino superior del tórax. Si las glándulas paratiroides permanecen unidas al timo, pueden ser desplazadas inferiormente hacia la parte inferior del cuello o la cavidad torácica. Además, esto también explica la posición variable de las glándulas paratiroides inferiores en relación con los polos inferiores de los lóbulos laterales de la glándula tiroides.

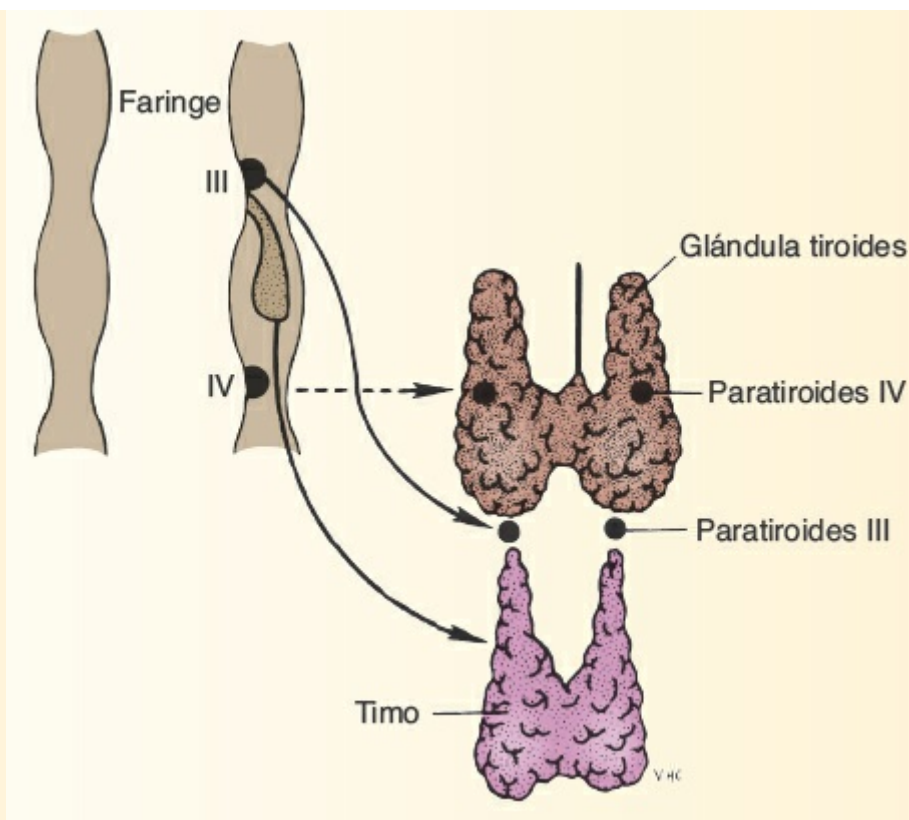


Figura 12-117 Glándulas paratiroides ocupando sus posiciones finales en el cuello.

ANATOMÍA RADIOLÓGICA

Los estudios radiológicos de rutina de la cabeza y el cuello se enfocan principalmente en las estructuras óseas, ya que el encéfalo, los músculos, los tendones y los nervios se funden en una masa homogénea. Sin embargo, algunas estructuras normales dentro del cráneo se calcifican en el adulto, y el desplazamiento de tales estructuras puede evidenciar estados patológicos. La glándula pineal, por ejemplo, está calcificada en el 50% de los adultos normales. Yace en la línea media. La hoz (falce) del cerebro y los plexos coroideos también se calcifican con frecuencia.

El encéfalo puede estudiarse indirectamente mediante la inyección de medios de contraste en el sistema arterial que conduce al encéfalo (**arteriografía cerebral**). La introducción de la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM) ha proporcionado a los médicos métodos seguros y precisos para estudiar los contenidos intracraneales.

Aspecto radiográfico del cráneo

El aspecto radiográfico del cráneo, como se observa en las vistas posteroanteriores rectas y laterales, se muestra en las [figuras 12-118 a 12-121](#).

Arteriografía cerebral

La arteriografía cerebral puede detectar anomalías de las arterias cerebrales y localizar lesiones ocupantes de espacio, como tumores, coágulos de sangre o abscesos. En las [figuras 12-122 a 12-125](#) se muestran ejemplos de arteriografías cerebrales.



Figura 12-118 Radiografía posteroanterior del cráneo.

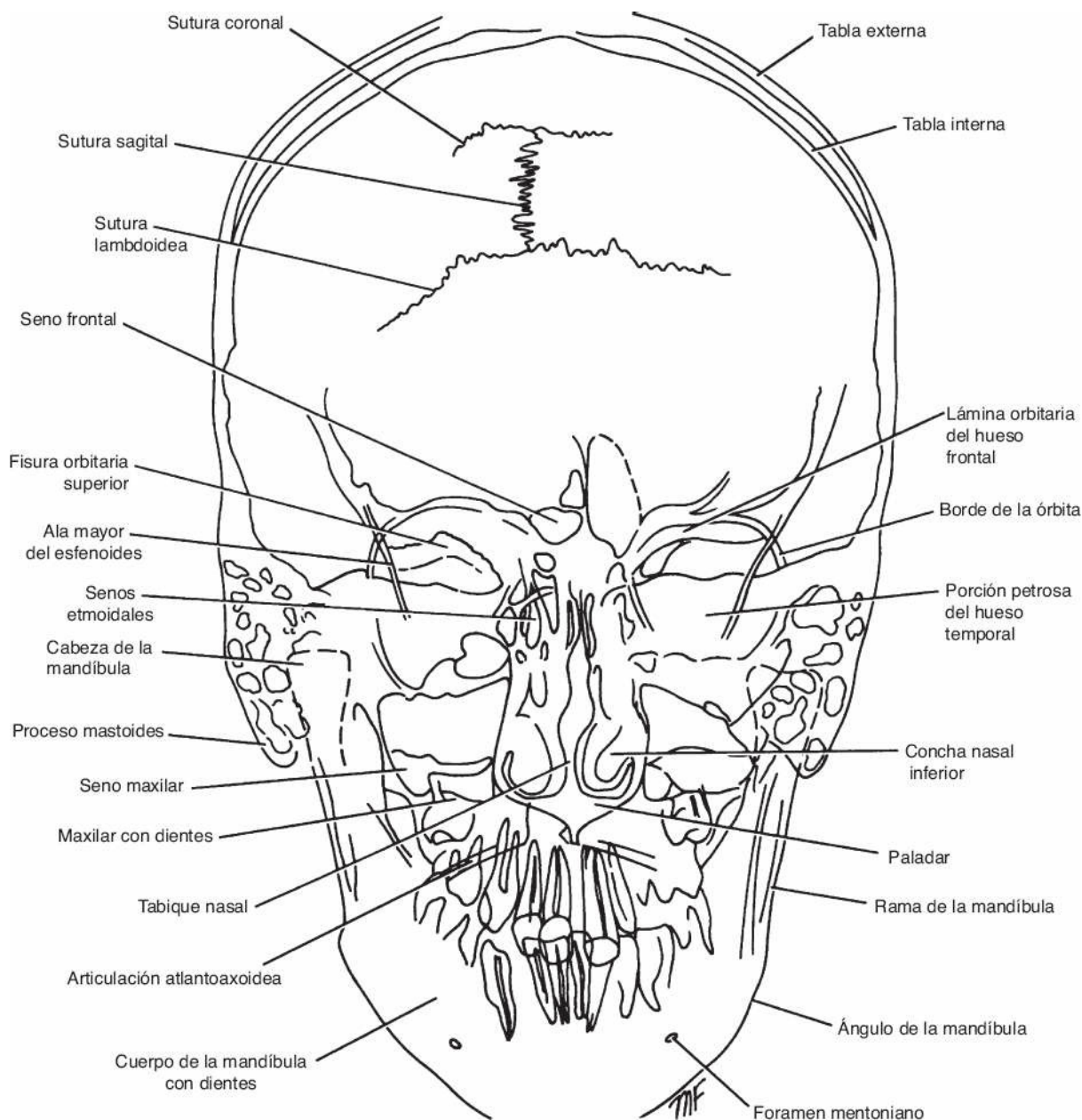


Figura 12-119 Características principales visibles en la radiografía posteroanterior del cráneo de la figura 12-118.

Tomografía computarizada

La TC se usa con frecuencia para la detección de lesiones intracraneales. Es segura y proporciona información precisa. La figura 12-126 muestra ejemplos de TC de la cabeza.

Resonancia magnética

La RM también se usa habitualmente para la detección de lesiones intracraneales. La RM es segura para el paciente y, dado que proporciona una mejor diferenciación entre la sustancia gris y la blanca en el encéfalo, su uso puede ser más revelador que una TC (figs. 12-127 a 12-129).



Figura 12-120 Radiografía lateral del cráneo.

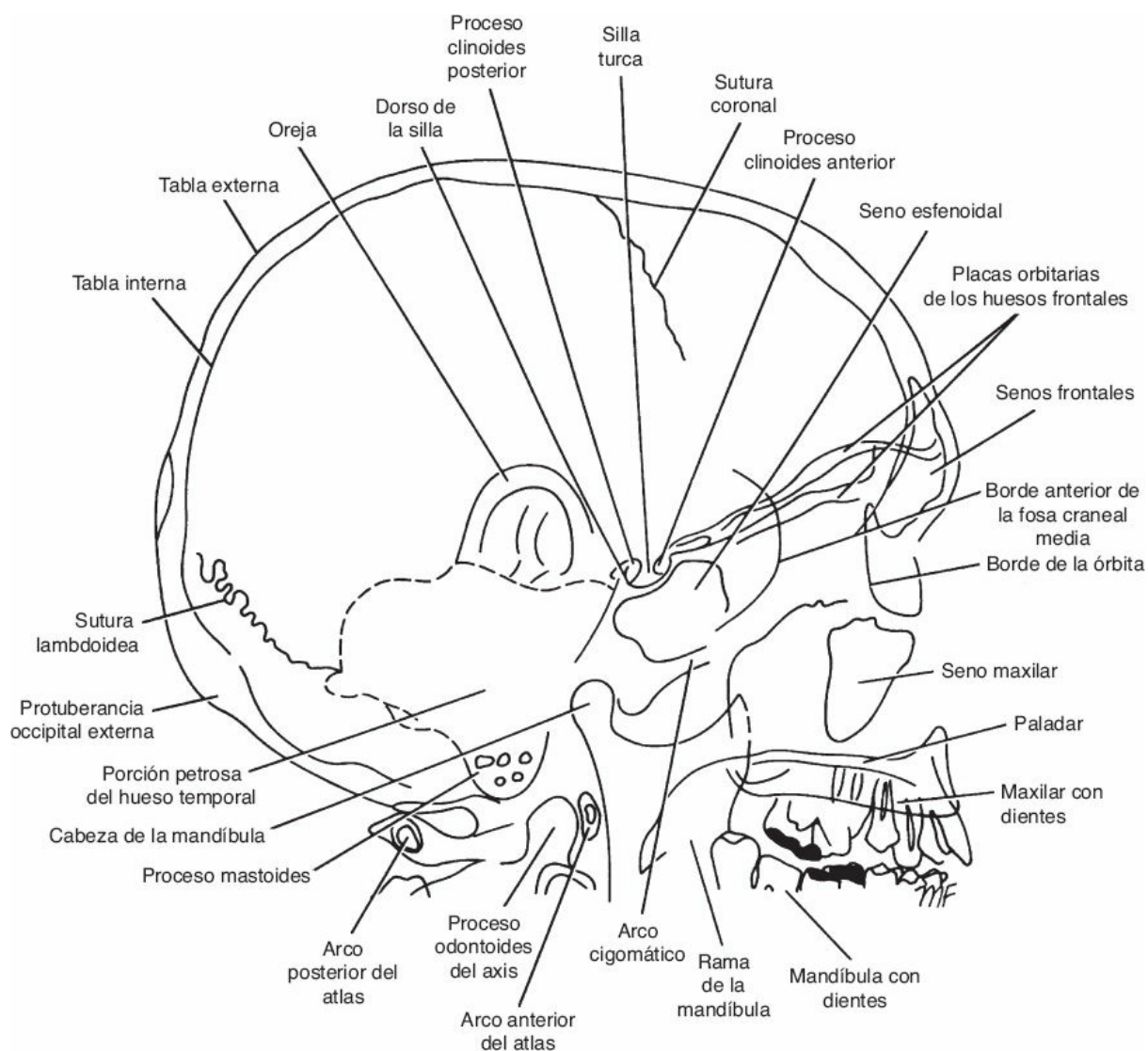


Figura 12-121 Características principales visibles en la radiografía lateral del cráneo de la [figura 12-120](#).



Figura 12-122 Arteriografía lateral de la carótida.

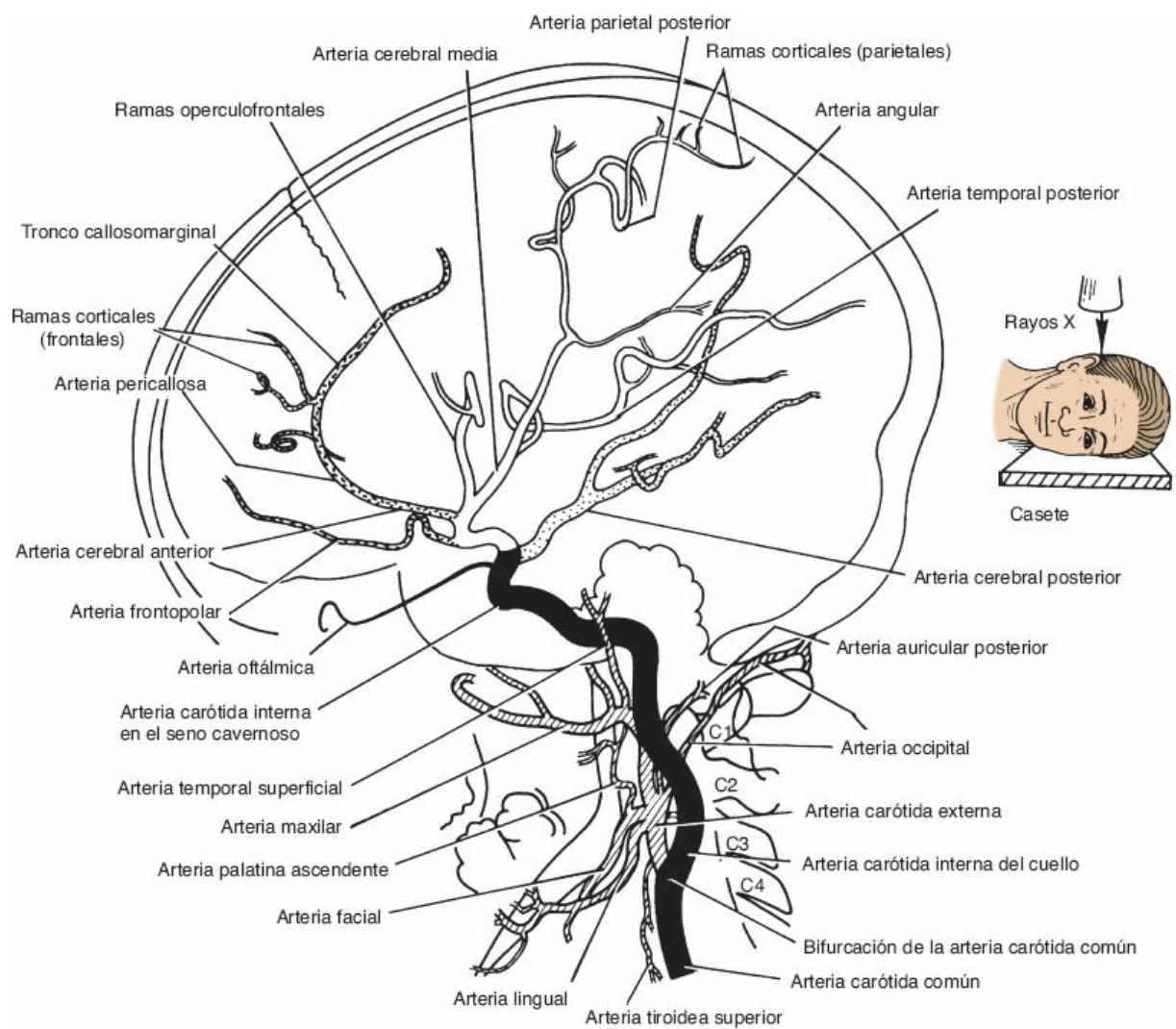


Figura 12-123 Características principales visibles en el arteriograma de la [figura 12-122](#).



Figura 12-124 Arteriografía anteroposterior de la carótida interna.

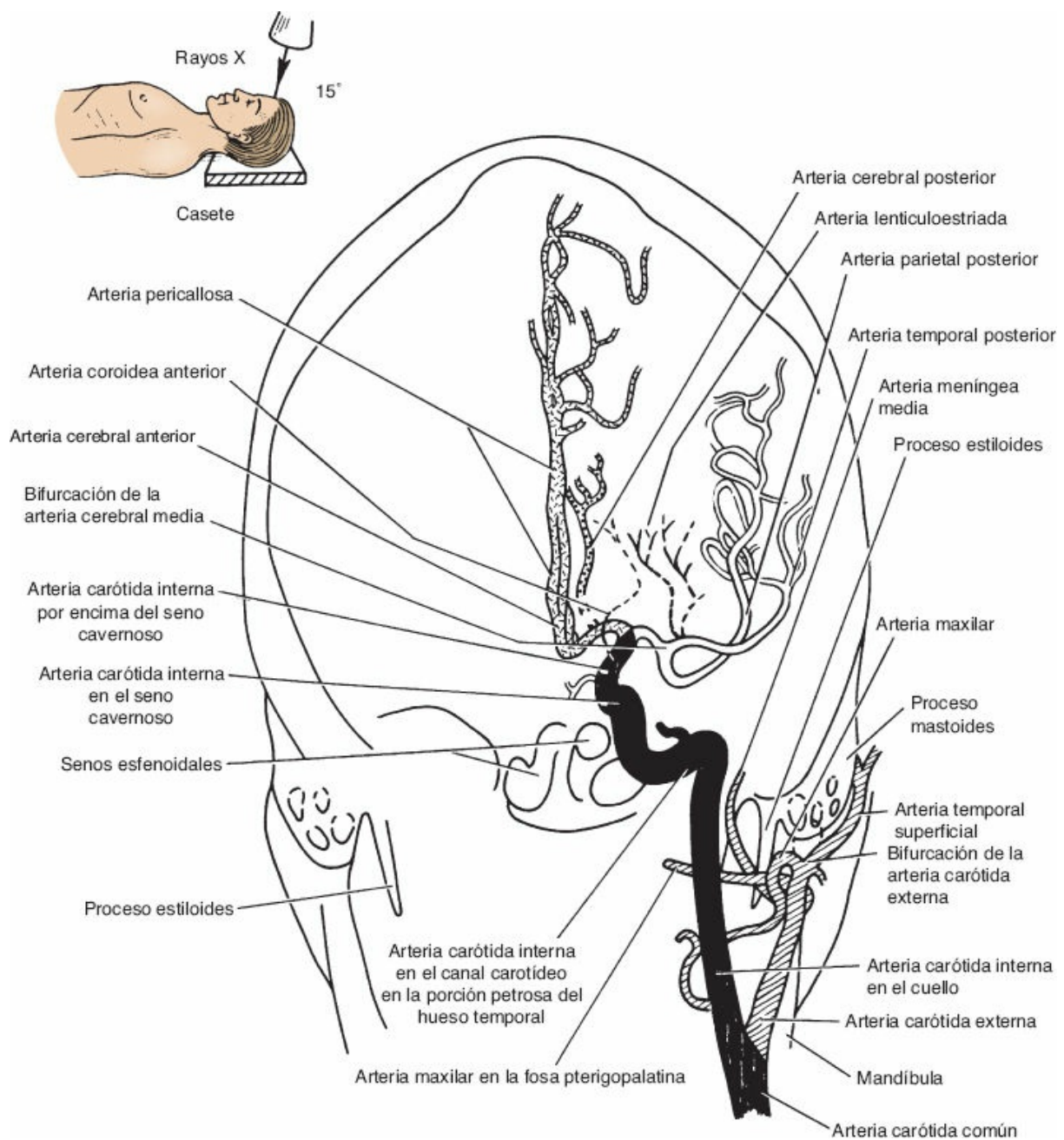


Figura 12-125 Características principales visibles en la arteriografía de la [figura 12-124](#).

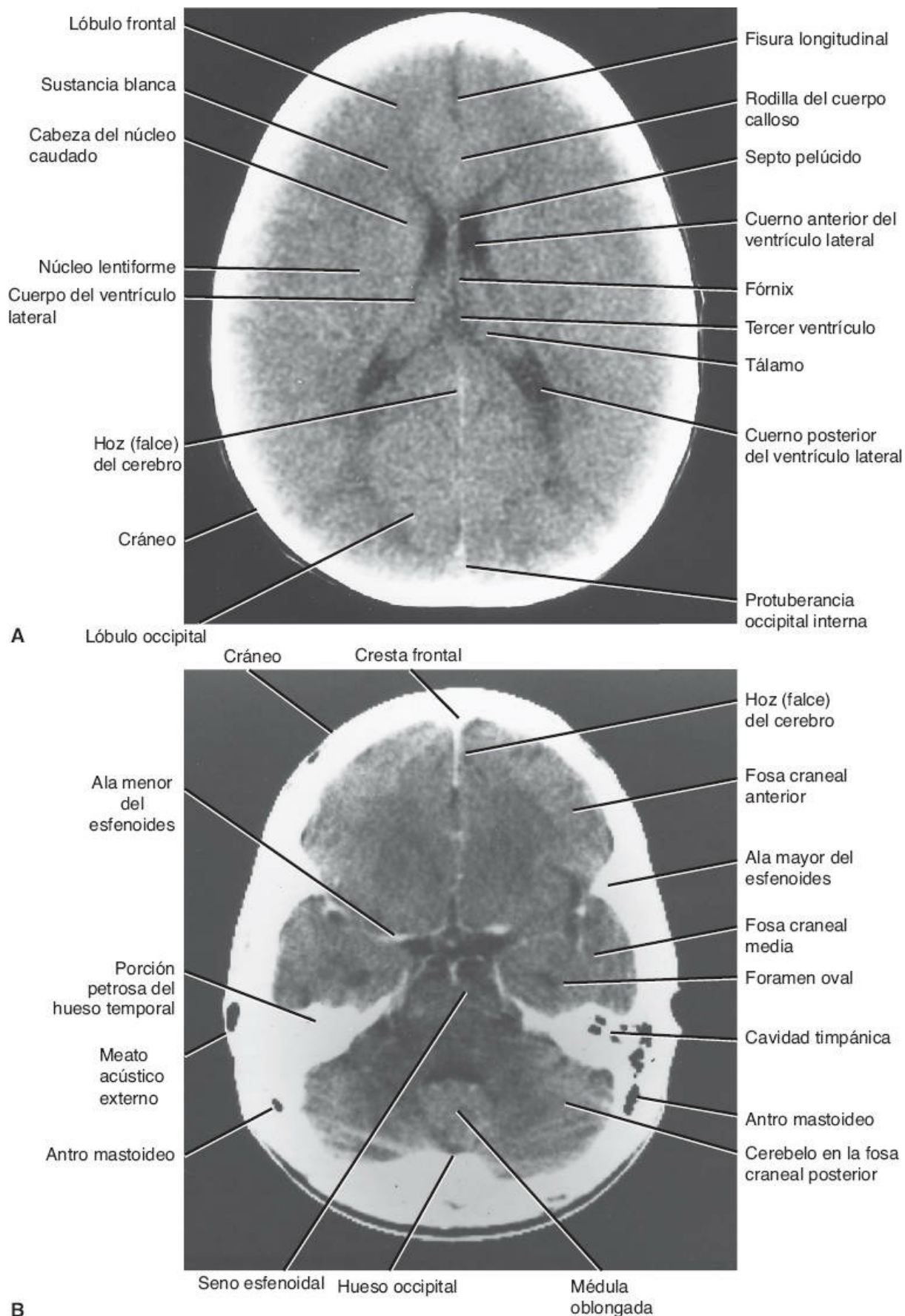


Figura 12-126 TC axial (horizontal) del cráneo. **A.** Huesos del cráneo, el encéfalo y las diferentes partes de los ventrículos laterales. **B.** Estudio realizado a un nivel inferior que muestra las tres fosas craneales.

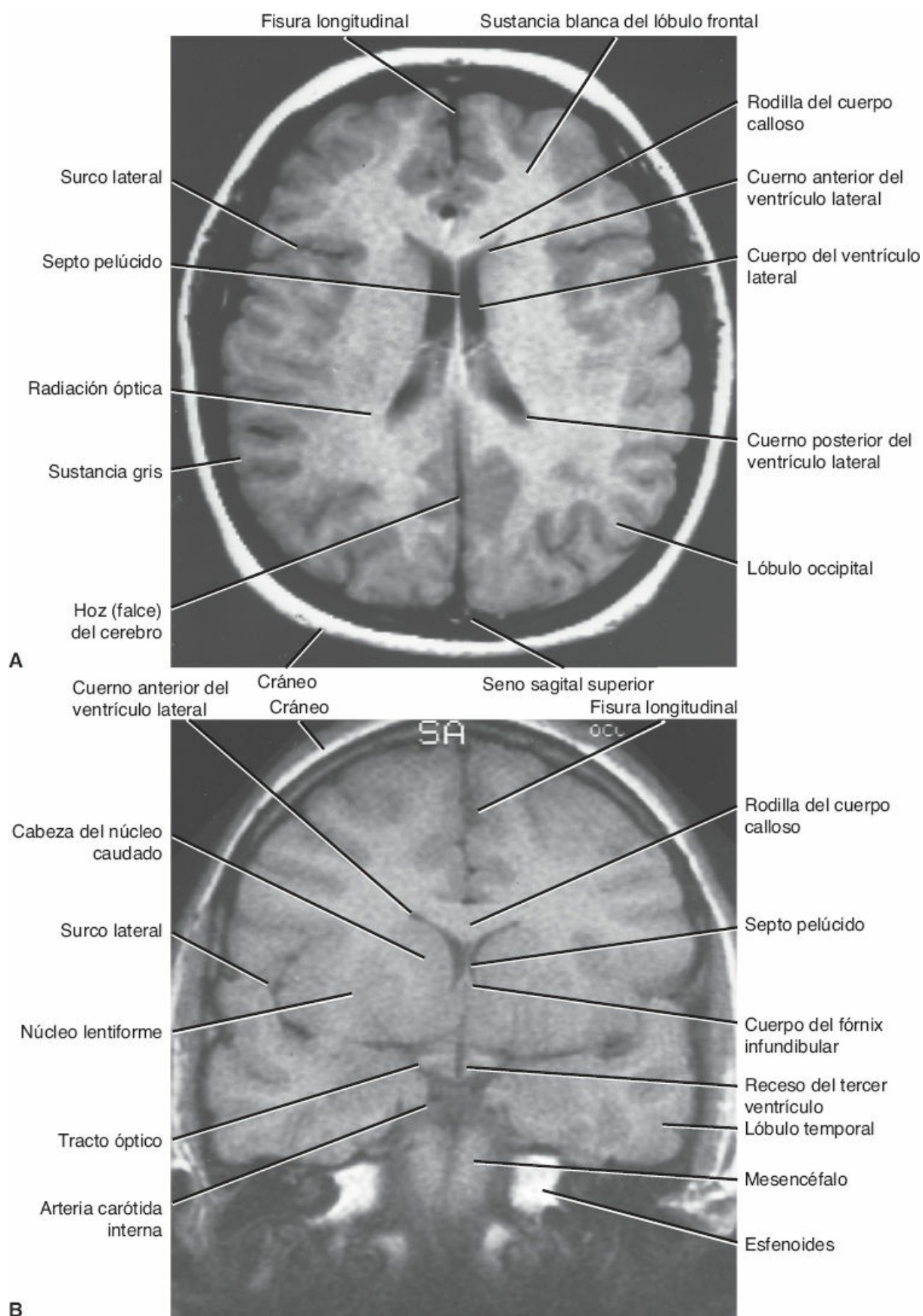


Figura 12-127 RM del cráneo. **A.** Vista axial del encéfalo que muestra las diferentes partes del ventrículo lateral y el surco lateral del hemisferio cerebral. **B.** Vista coronal a través del lóbulo frontal cerebral en el que se muestra el cuerno anterior del ventrículo lateral. Obsérvese el contraste mejor definido entre la sustancia gris y la blanca en comparación con las TC de la [figura 12-126](#).

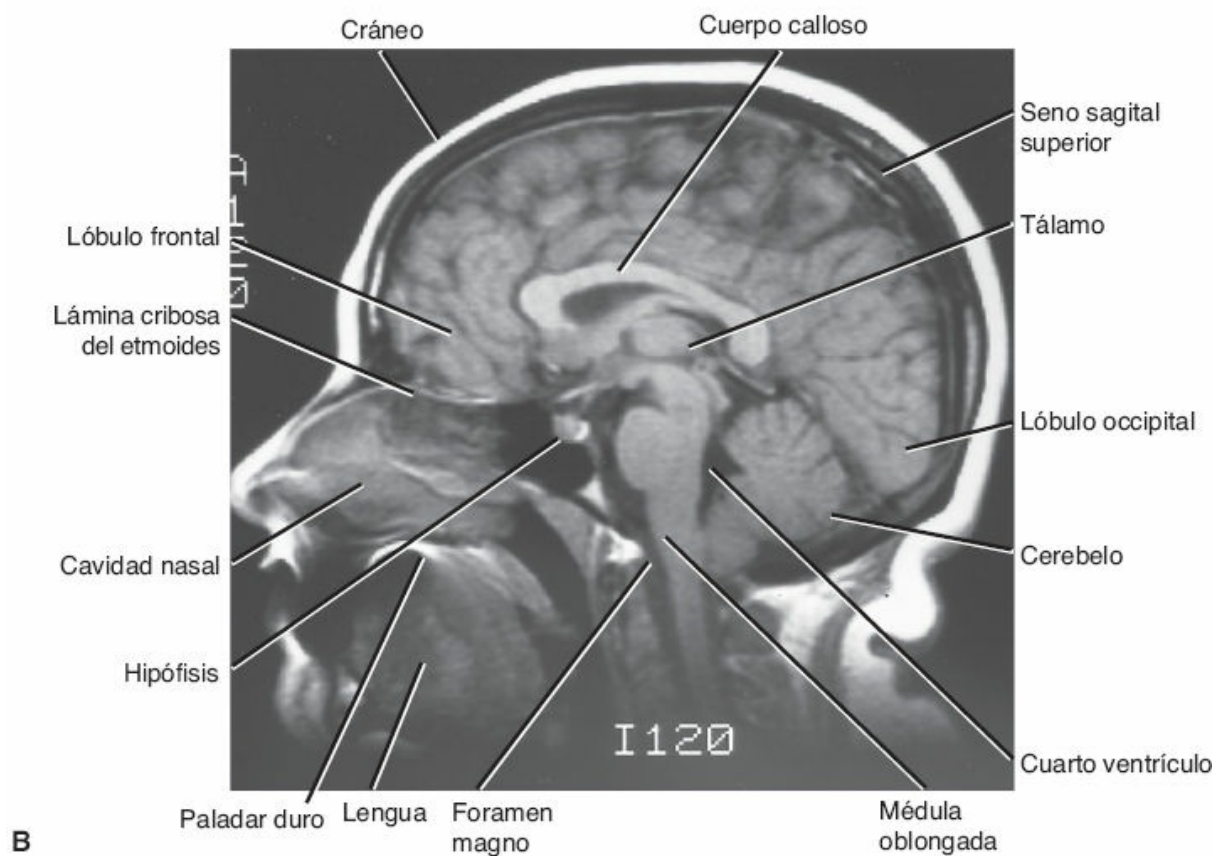
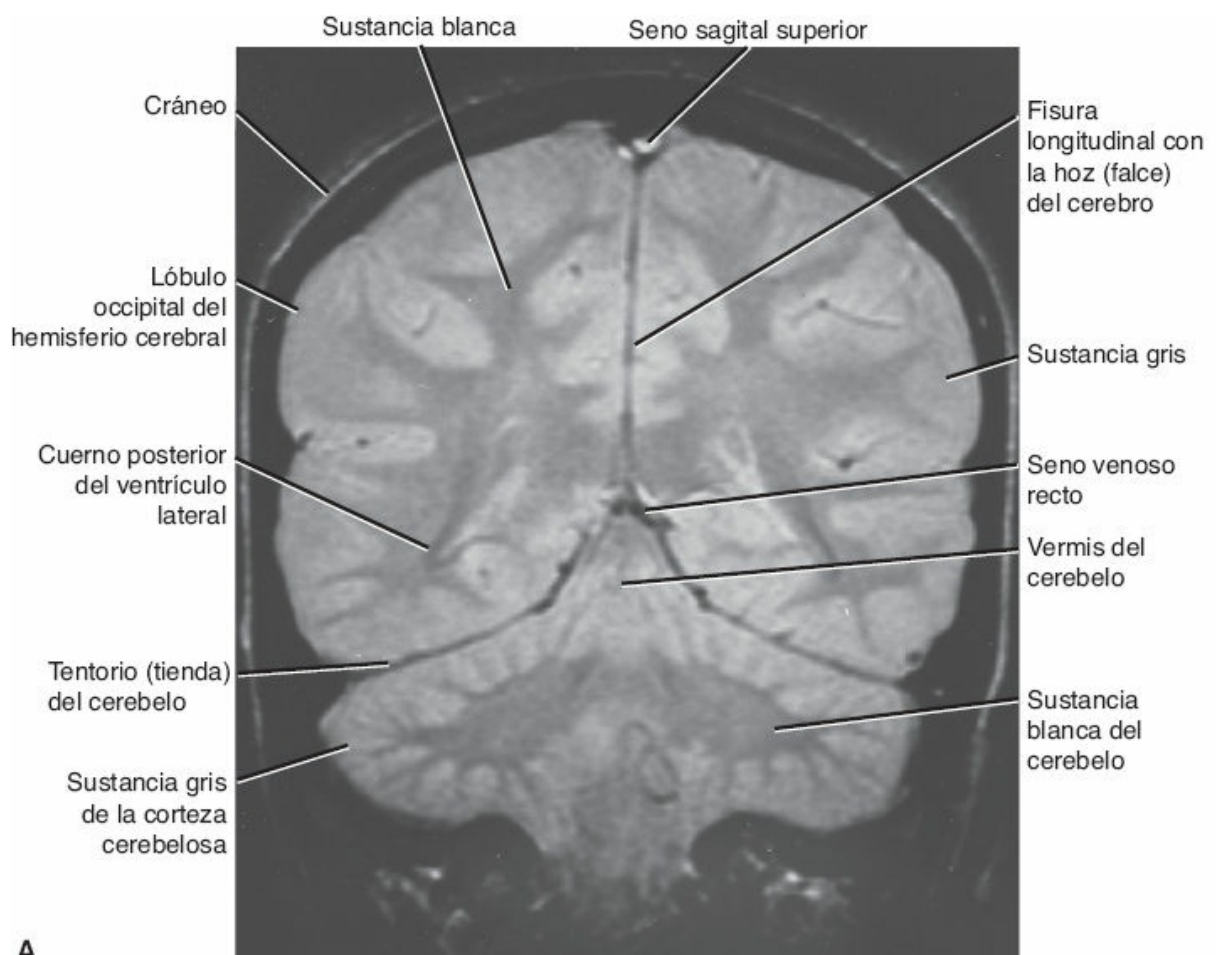


Figura 12-128 RM de la cabeza. **A.** Vista coronal a través de los lóbulos occipitales del cerebro que

muestra el cuerno posterior del ventrículo lateral y el cerebelo. **B.** Vista sagital en la que se muestran las diferentes partes del encéfalo y las cavidades nasales y bucales.

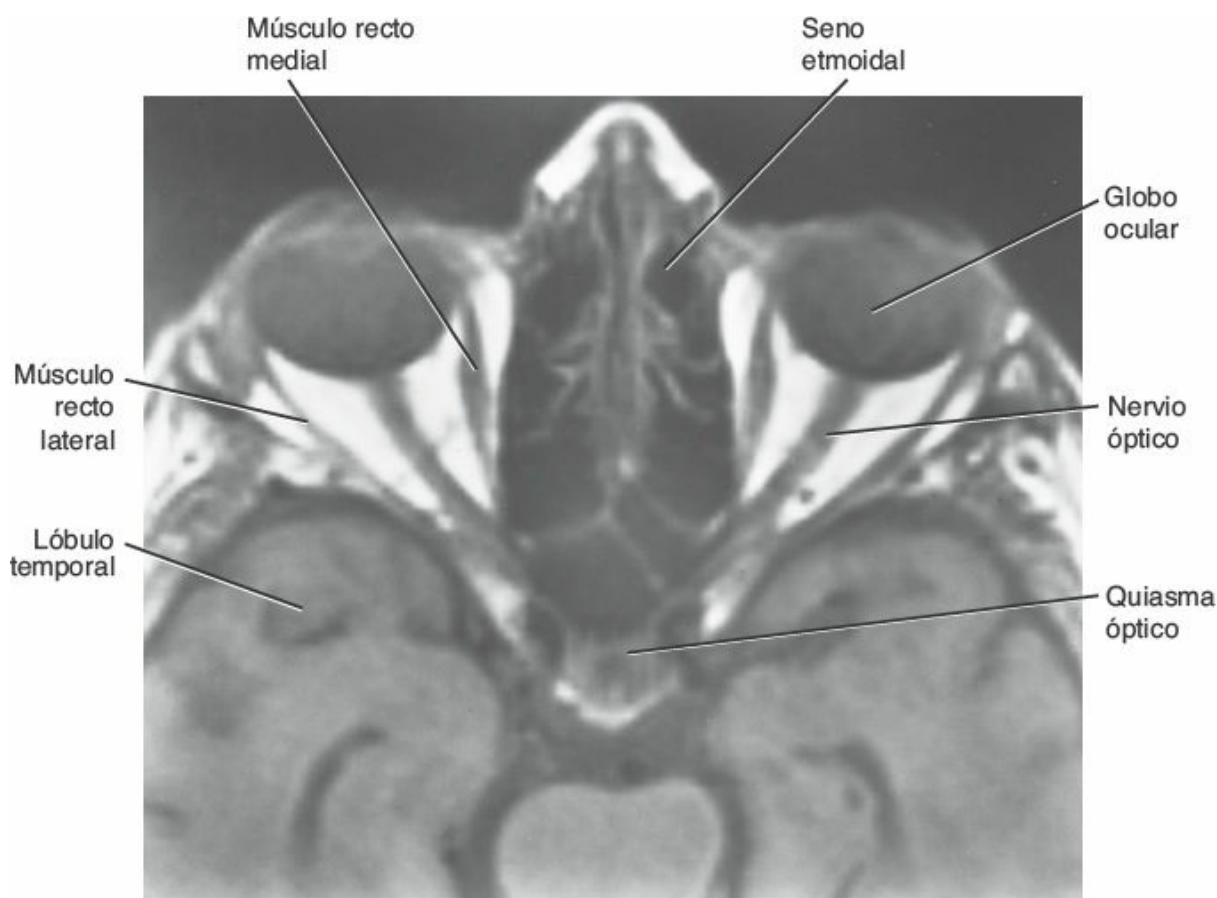


Figura 12-129 RM axial (horizontal) en la que se muestra el contenido de las cavidades orbitaria y craneal. Obsérvese que pueden identificarse los globos oculares, los nervios ópticos, el quiasma óptico y los músculos extraoculares.

ANATOMÍA DE SUPERFICIE

Numerosas estructuras en la cabeza y el cuello son fácilmente palpables o tienen puntos de referencia distintivos que marcan su ubicación subyacente. Estos sirven para orientarse en la exploración física.

Referencias de superficie en la cabeza

Varios lugares distintos en la cabeza marcan los puntos de referencia utilizados para la anatomía craneal, las mediciones y la orientación para obtener imágenes. Todos se resumen en la [tabla 12-14](#).

Protuberancia occipital externa

Esta prominencia ósea se ubica en el centro de la porción escamosa del hueso occipital ([fig. 12-130](#)). Se localiza en la línea media en la unión de la cabeza y el cuello, y proporciona inserción al **ligamento de la nuca**, que es un gran ligamento que recorre la cara posterior del cuello y conecta el cráneo a los

procesos espinosos de las vértebras cervicales. Una línea que une el **nasion** con la protuberancia occipital externa sobre la cara superior de la cabeza indicaría la posición de la **hoz (falce) del cerebro** subyacente, el **seno sagital superior** y la **fisura longitudinal del cerebro**, que separa los hemisferios cerebrales derecho e izquierdo.

Fontanelas

En el lactante, la **fontanela anterior** se localiza entre las dos mitades del hueso frontal anteriormente y los dos huesos parietales posteriormente. En general, no es palpable después de los 18 meses. La **fontanela posterior** se localiza entre la porción escamosa del hueso occipital y los bordes posteriores de los dos huesos parietales. En general, se cierra al final del primer año.

Tabla 12-14 Puntos craneométricos

PUNTOS DE REFERENCIA	UBICACIÓN
Nasion	La depresión de la línea media en la raíz de la nariz, en la unión de las suturas frontonasales (fig. 12-130).
Bregma	El punto de la línea media en la unión de las suturas coronal y sagital. Marca la fontanela anterior en el cráneo neonatal.
Vértex	El punto más elevado del cráneo en el plano sagital (fig. 12-130).
Inión	La protuberancia occipital externa (fig. 12-130).
Lambda	El punto de la línea media en la unión de las suturas sagital y lambdoidea. Marca la fontanela posterior en el cráneo neonatal.
Pterión	El punto donde el ala mayor del esfenoides se ubica con el ángulo anteroinferior del hueso parietal. Marca la rama anterior de la arteria meníngea media. También marca la fontanela anterolateral en el cráneo neonatal (fig. 12-130).
Basión	El punto medio anterior del foramen magno.

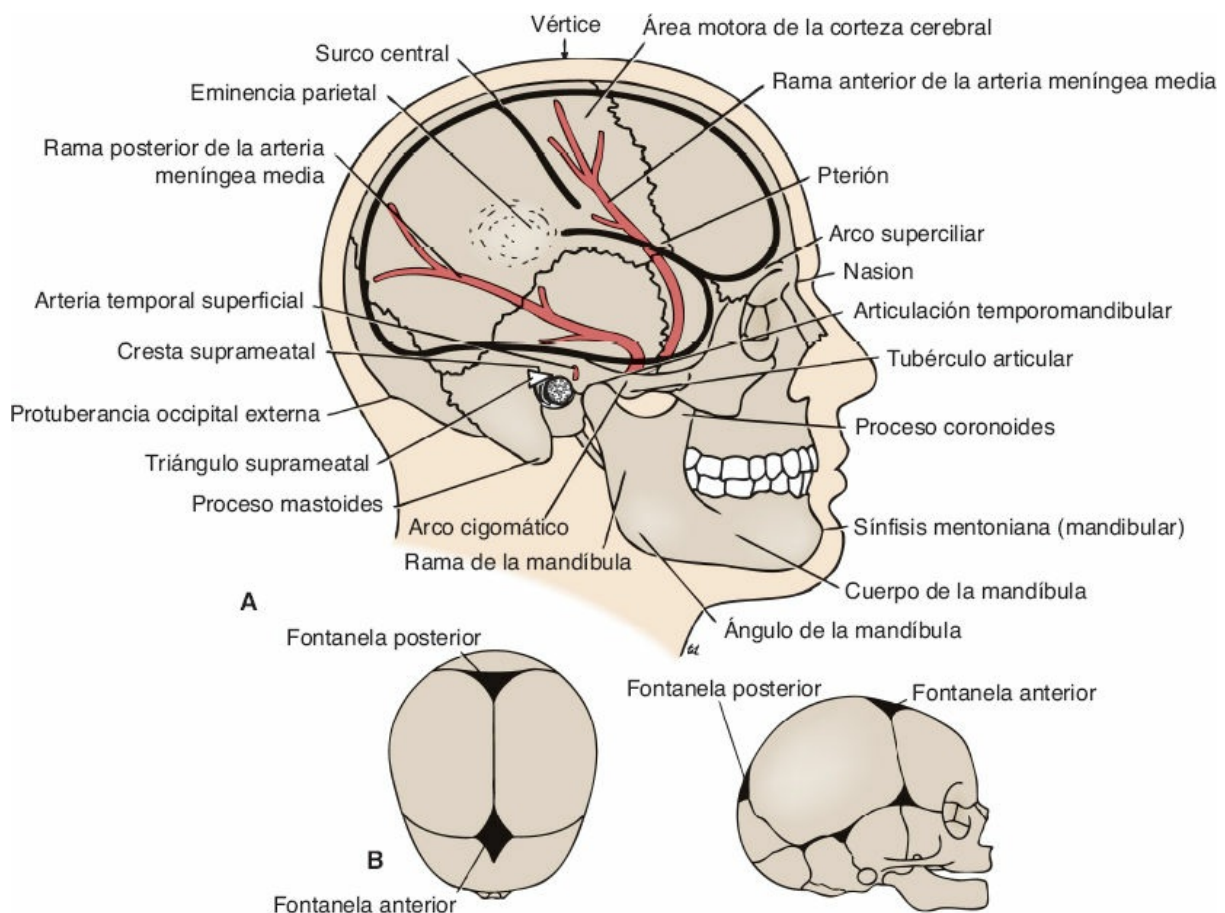


Figura 12-130 A. El lado derecho de la cabeza muestra estructuras que tienen relaciones superficiales notables. B. Cara superior y lado derecho del cráneo neonatal. Obsérvense las posiciones de las fontanelas anterior y posterior.

Crestas superciliares

Las crestas superciliares son dos crestas prominentes en los huesos frontales por encima del borde superior de la órbita. Los senos frontales están situados dentro del hueso frontal y se ubican profundos con respecto a la cresta superciliar en cada lado (véase [fig. 12-99](#)).

Proceso mastoides del hueso temporal

El proceso mastoides se proyecta anteroinferiormente desde detrás de la oreja ([fig. 12-131](#); véase también [fig. 12-130](#)). No está desarrollado en el recién nacido y crece solo como resultado de la tracción del esternocleidomastoideo, a medida que el niño mueve la cabeza. Puede reconocerse como una proyección ósea al final del segundo año.

Oreja y meato acústico externo

Estas estructuras se localizan anteriores al proceso mastoides. El meato acústico externo mide unos 2,5 cm de largo y forma una curva en forma de “S”. Para examinar la superficie externa de la membrana timpánica en el adulto con un otoscopio, el tubo puede enderezarse traccionando posterosuperiormente de la

oreja. En los niños pequeños, la oreja se tracciona posteriormente o posteroinferiormente.

Arco cigomático

El arco cigomático se extiende anteriormente por delante de la oreja y termina por delante del hueso cigomático. La **fosa temporal**, que contiene el músculo temporal, se localiza superior al arco cigomático. El músculo masetero se inserta en el borde inferior del arco cigomático. La contracción de los músculos temporal y masetero puede notarse apretando los dientes. Las pulsaciones de la **arteria temporal superficial** pueden notarse cuando cruzan el arco cigomático, inmediatamente delante de la oreja.

Triángulo suprameatal

Una pequeña depresión, el triángulo suprameatal, es palpable por encima y por detrás del meato acústico externo, profundo con respecto a la oreja (véase [fig. 12-130](#)). Está limitado posteriormente por una línea trazada verticalmente en dirección superior desde el borde posterior del meato acústico externo, por encima de la cresta suprameatal del hueso temporal, e inferiormente por el meato acústico externo. El suelo óseo del triángulo forma la **pared lateral del antro mastoideo**.

Articulación temporomandibular

La articulación temporomandibular puede palparse fácilmente por delante de la oreja. Cuando se abre la boca, la cabeza de la mandíbula rota y avanza por debajo del tubérculo del arco cigomático.

Mandíbula

El **borde anterior de la rama** puede notarse profundo con respecto al músculo masetero. El proceso coronoides de la mandíbula puede notarse con el dedo enguantado dentro de la boca, y el ligamento pterigomandibular puede palparse como una banda tensa en su lado medial.

El **borde posterior de la rama** se superpone superiormente con la glándula parótida, pero inferiormente puede notarse fácilmente a través de la piel (véanse [figs. 12-130 y 12-131](#)). La cara externa de la rama está cubierta por el músculo masetero y puede notarse mediante la palpación profunda cuando dicho músculo está relajado.

El **cuerpo de la mandíbula** se examina mejor con un dedo dentro de la boca y otro en el exterior. Así, puede examinarse la mandíbula desde la **sínfisis mentoniana (mandibular)**, en la línea media hacia adelante, hasta el **ángulo** posteriormente.

Músculo masetero

El **borde anterior del masetero** puede palparse fácilmente apretando los dientes

(véase fig. 12-134). Las pulsaciones de la **arteria facial** pueden notarse cuando esta cruza el borde inferior del cuerpo de la mandíbula, en el borde anterior del músculo masetero. El **conducto parotídeo** se extiende anteriormente desde la glándula parótida un dedo por debajo del arco cigomático. Puede notarse debajo del dedo explorador en el borde anterior del masetero cuando gira medialmente y se abre en la boca opuesta al segundo diente molar superior.

Borde orbitario

Los huesos frontal, cigomático y maxilar forman el **borde orbitario** (véase fig. 12-36). Si está presente, la **escotadura supraorbitaria** puede notarse en la unión de los tercios medial e intermedio del borde superior de la órbita. Transmite el nervio supraorbitario, que puede notarse contra el hueso.

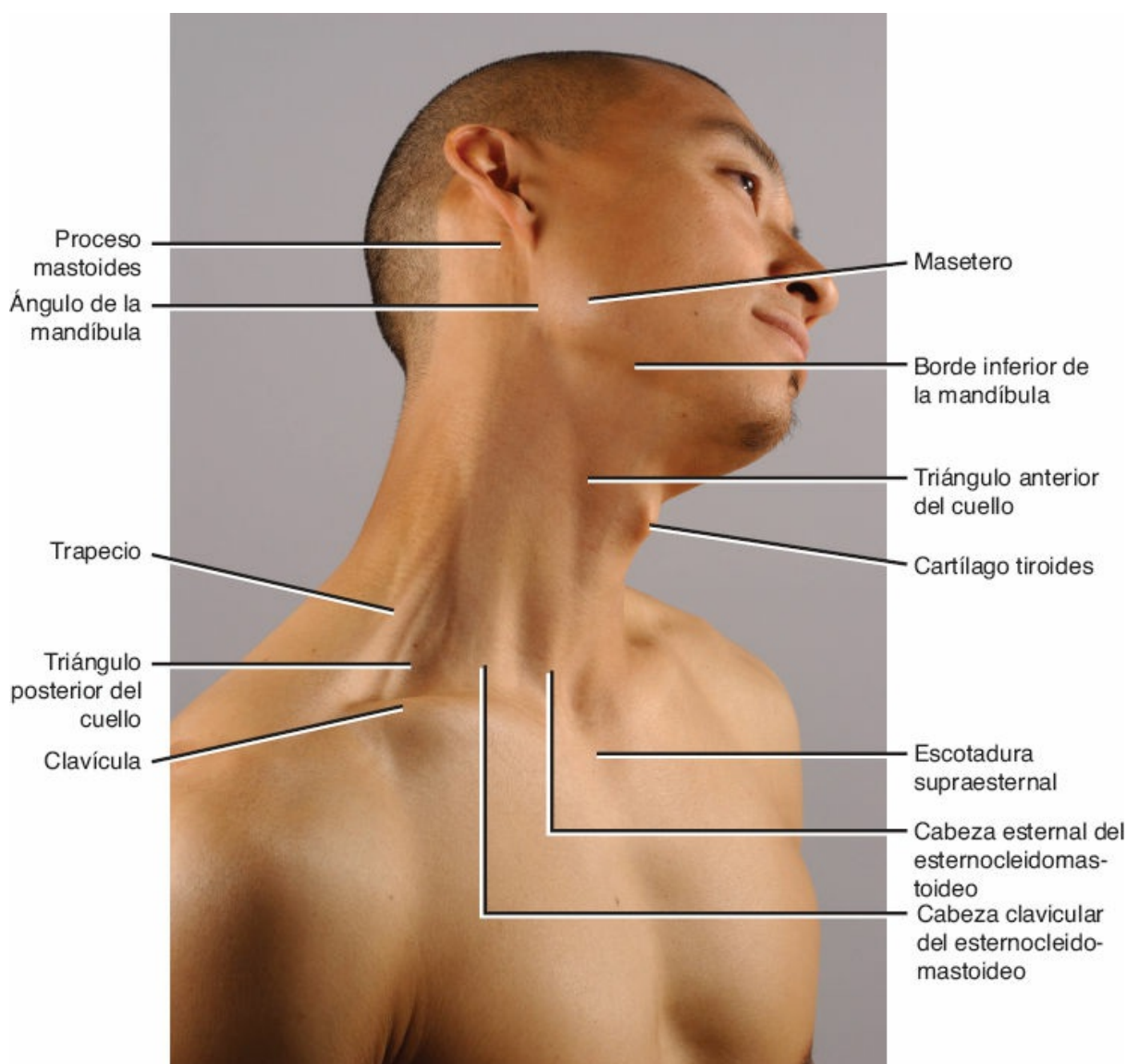


Figura 12-131 Vista anterior del cuello de un hombre adulto. Obsérvese que la cabeza se ha rotado lateralmente hacia la izquierda en las articulaciones atlantoaxoideas y en las articulaciones de la región cervical de la columna vertebral.

Foramen infraorbitario

El foramen infraorbitario se localiza 5 mm inferior al borde inferior de la órbita (véase [fig. 12-1](#)), en una línea trazada inferiormente desde la escotadura supraorbitaria hasta el intervalo entre los dos dientes premolares inferiores. El **nervio infraorbitario** emerge del foramen e inerva la piel de la cara.

Seno maxilar

El seno aéreo maxilar se localiza dentro del hueso maxilar y yace inferior al foramen infraorbitario en ambos lados (véase [fig. 12-99](#)).

Referencias de superficie en el cuello

El cuello está más sujeto a las variaciones individuales según el cuerpo (p. ej., longitud, grosor, contenido de grasa), lo que puede ocultar algunas referencias de superficie. Las siguientes estructuras suelen ser discernibles.

Cara anterior

Las siguientes estructuras pueden palparse desde superior a inferior en la línea media anterior ([figs. 12-132 y 12-133](#)) como se describe a continuación:

- **Sínfisis mentoniana (mandibular).** El borde inferior puede notarse donde las dos mitades del cuerpo de la mandíbula se unen en la línea media.
- **Triángulo submentoniano.** Se localiza entre la sínfisis mentoniana y el cuerpo del hueso hioides. Está limitado anteriormente por la línea media del cuello, lateralmente por el vientre anterior del músculo digástrico, e inferiormente por el cuerpo del hueso hioides. El músculo milohioideo forma el suelo. Los nódulos linfáticos submentonianos se localizan en este triángulo.
- **Cuerpo del hueso hioides.** Se localiza frente a la vértebra C3.
- **Membrana tirohioidea.** Llena el intervalo entre el hueso hioides y el cartílago tiroideos.
- **Borde superior del cartílago tiroideos.** Esta estructura con muescas se localiza opuesta a la vértebra C4.

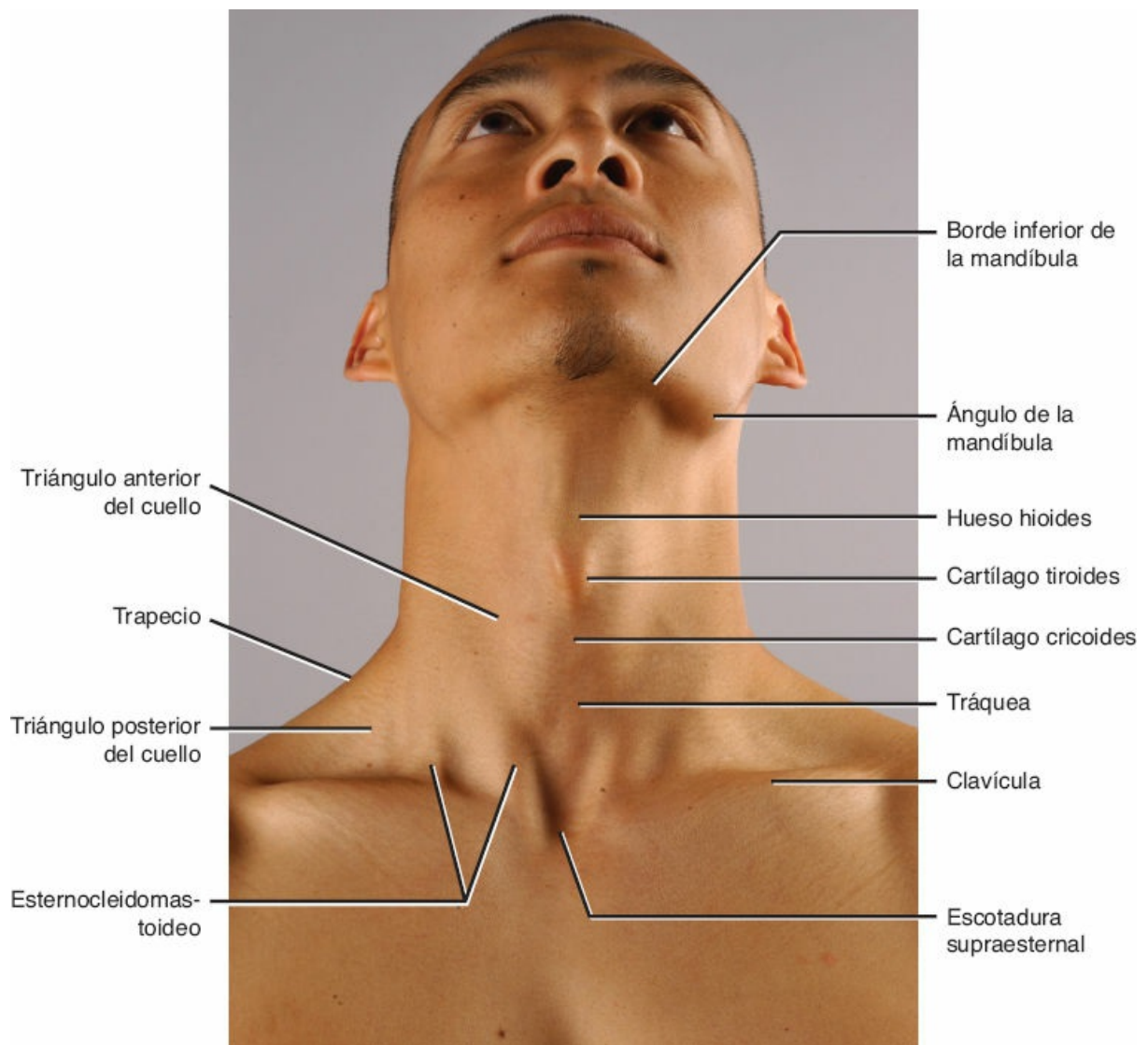


Figura 12-132 Vista anterior de la cabeza y el cuello de un hombre adulto. Obsérvese que las articulaciones atlantooccipitales y la región cervical de la columna vertebral se extienden parcialmente para la exposición completa de la parte frontal del cuello.

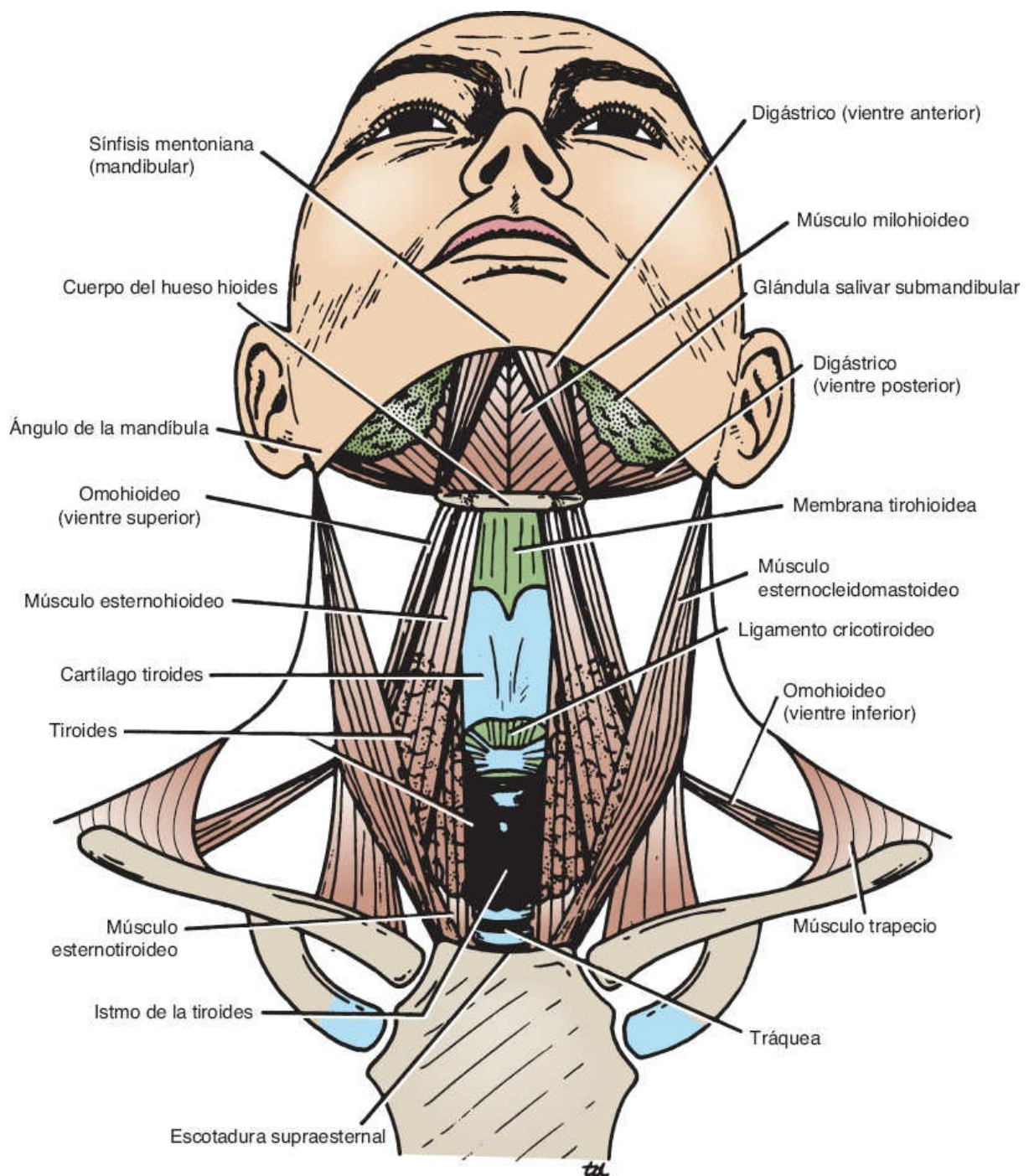


Figura 12-133 Anatomía de superficie del cuello (vista anterior).

- **Ligamento cricotiroideo.** Esta estructura llena el intervalo entre el cartílago cricoides y el cartílago tiroides.
- **Cartílago cricoides.** Una referencia importante en el cuello; se localiza a nivel de la vértebra C6, en la unión de la laringe con la tráquea, a nivel de la unión de la faringe con el esófago, a nivel del ganglio simpático cervical medio, y en el nivel donde la arteria tiroidea inferior entra en la glándula tiroides.
- **Ligamento cricotraqueal.** Esta estructura llena el intervalo entre el cartílago cricoides y el primer anillo traqueal.
- **Primer anillo traqueal.** Puede notarse mediante una suave palpación justo por encima del istmo de la glándula tiroides.

- **Istmo de la tiroides.** Se ubica anterior a los anillos traqueales segundo, tercero y cuarto.
- **Venas tiroideas inferiores.** Las venas tiroideas inferiores se ubican anteriores a los anillos traqueales quinto, sexto y séptimo.
- **Arteria tiroidea ima.** Cuando está presente, esta arteria asciende anterior a la tráquea hasta el istmo de la glándula tiroides, desde la arteria braquiocefálica.
- **Arco yugular.** Esta vena conecta las dos venas yugulares anteriores justo por encima del nivel de la escotadura supraesternal.
- **Escotadura supraesternal.** Puede notarse entre los extremos mediales de las clavículas. Es el borde superior del manubrio del esternón y se localiza opuesta al borde inferior del cuerpo de la vértebra T2.

En el adulto, la tráquea puede alcanzar 2,5 cm de diámetro, mientras que en un bebé puede ser más fina que un lápiz. En los niños pequeños, la glándula del timo puede extenderse por encima de la escotadura supraesternal hasta alcanzar el istmo de la glándula tiroides, y la arteria y la vena braquiocefálica izquierdas pueden sobresalir por encima de la escotadura supraesternal.

Cara posterior

Las siguientes estructuras pueden palparse desde superior a inferior en la línea media posterior.

La **protuberancia occipital externa** se localiza en la línea media en la unión de la cabeza y el cuello (fig. 12-134). Si el dedo índice se coloca sobre la piel en la línea media, puede dibujarse en dirección inferior en el **surco nual**. El primer proceso espinoso que se nota es el de la **vértebra C7 (vértebra prominente)**. Los procesos espinosos de las vértebras C1 a C6 están cubiertos por el **ligamento nual**.

Cara lateral

En la cara lateral del cuello, puede palparse toda la longitud del músculo esternocleidomastoideo a medida que pasa del esternón y la clavícula hacia el proceso mastoideo (véanse figs. 12-131 y 12-134). Puede hacerse sobresalir el músculo solicitándole al paciente que aproxime la oreja al hombro del mismo lado y al mismo tiempo gire la cabeza para que la cara mire hacia el lado opuesto. Si el movimiento se lleva a cabo contra la resistencia, se sentirá que el músculo se contrae, y se definirán sus bordes anterior y posterior.

El esternocleidomastoideo divide el cuello en los **triángulos anterior** y **posterior**. El cuerpo de la mandíbula, el esternocleidomastoideo y la línea media anterior forman el triángulo anterior. El borde anterior del trapecio, el esternocleidomastoideo y la clavícula forman el triángulo posterior.

Músculo trapecio

El borde anterior del músculo trapecio se puede sentir pidiendo al paciente que se encoja de hombros. Se observará cómo se extiende desde la línea nual

superior del hueso occipital en dirección inferior y hacia el borde posterior del tercio lateral de la clavícula.

Músculo platisma

El platisma puede observarse como una lámina muscular solicitando al paciente que apriete las mandíbulas firmemente. El músculo se extiende en dirección inferior desde el cuerpo de la mandíbula, sobre la clavícula, hasta la pared anterior del tórax.

Raíz del cuello

En la raíz del cuello, se ubican la escotadura supraesternal, en la línea media anteriormente, y las clavículas. Ambas clavículas son subcutáneas en toda su longitud y pueden palpase fácilmente. Su extremo lateral se articula con el **acromion de la escápula**. En el extremo medial de la clavícula, puede identificarse la **articulación esternoclavicular**.

Triángulo anterior

El istmo de la glándula tiroides yace anterior a los anillos traqueales segundo, tercero y cuarto (véanse [figs. 12-132](#) y [12-133](#)). Los lóbulos laterales de la glándula tiroides pueden palpase profundos con respecto a los músculos esternocleidomastoideos. Esto puede realizarse más fácilmente si el explorador se coloca detrás del paciente sentado y le pide que flexione el cuello hacia adelante y relaje los músculos suprayacentes. El observador puede explorar ambos lóbulos simultáneamente con las puntas de los dedos de ambas manos.

Vaina carotídea

La vaina carotídea, que contiene las arterias carótidas, la vena yugular interna, el nervio vago y los nódulos linfáticos cervicales profundos, puede marcarse mediante una línea que une la articulación esternoclavicular a un punto a medio camino entre el vértice del proceso mastoideo y el ángulo de la mandíbula. A nivel del borde superior del cartílago tiroides, la arteria carótida común se bifurca en las arterias carótidas interna y externa (véase [fig. 12-134](#)). Las pulsaciones de estas arterias pueden notarse a este nivel.

Triángulo posterior

En el triángulo posterior del cuello, el nervio accesorio es relativamente superficial, ya que emerge del borde posterior del esternocleidomastoideo y discurre posteroinferiormente para pasar por debajo del borde anterior del trapecio (véase [fig. 12-134](#)). El trayecto de este nervio puede seguirse de la siguiente manera: trace una línea desde el ángulo de la mandíbula hasta el vértice del proceso mastoideo. Bisecte esta línea en ángulos rectos y extienda la segunda línea inferiormente a través del triángulo posterior; la segunda línea indica el trayecto del nervio.

Raíces y troncos del plexo braquial

Las raíces y los troncos del plexo braquial ocupan el ángulo anterior inferior del triángulo posterior. Una línea trazada desde el cartílago cricoides inferiormente hasta la mitad de la clavícula puede indicar el límite superior del plexo.

Tercera porción de la arteria subclavia

La tercera porción de la arteria subclavia también ocupa el ángulo anteroinferior del triángulo posterior. Su trayecto puede seguirse mediante una línea curva, que pasa superiormente desde la articulación esternoclavicular unos 1,3 cm, y luego inferiormente hasta la mitad de la clavícula. Es aquí donde la arteria se encuentra en la cara superior de la primera costilla, y donde pueden notarse fácilmente sus pulsaciones. La vena subclavia se ubica posterior a la clavícula y no entra en el cuello.

Vena yugular externa

La vena yugular externa se encuentra en la fascia superficial, profunda con respecto al platisma. Pasa inferiormente desde la región del ángulo de la mandíbula hasta la mitad de la clavícula. Perfora la fascia profunda justo por encima de la clavícula y drena en la vena subclavia.

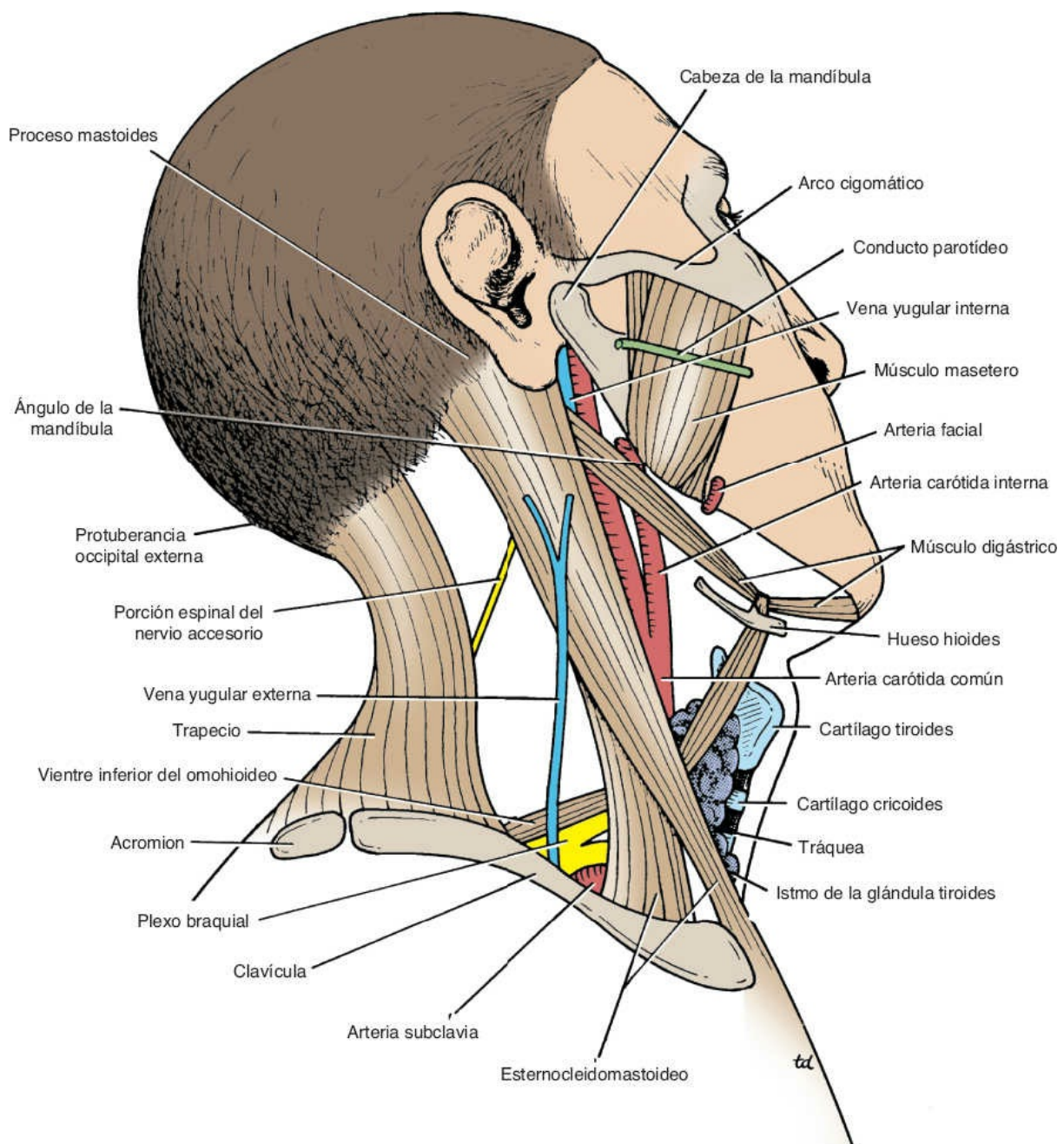


Figura 12-134 Anatomía de superficie del cuello (cara posterolateral).

Glándulas salivares

Las tres glándulas salivares mayores pueden palparse. La **parótida** yace inferior a la oreja en el intervalo entre la mandíbula y el borde anterior del músculo esternocleidomastoideo (véase [fig. 12-87](#)). El **conducto parotídeo** se extiende anteriormente a través de la superficie del masetero (véase anteriormente).

La **glándula submandibular** cuenta con partes superficiales y profundas. La **parte superficial** de la glándula yace inferior al borde inferior del cuerpo de la mandíbula (véase [fig. 12-88](#)). La **porción profunda** de la glándula submandibular, el **conducto submandibular** y la **glándula sublingual** pueden palparse a través de la membrana mucosa que reviste el suelo de la boca en el intervalo que se encuentra entre la lengua y la mandíbula. El conducto

submandibular desemboca en la cavidad bucal, en el lado del frenillo de la lengua (véase [fig. 12-74B](#)).

Conceptos clave

Osteología

- El esqueleto de la cabeza y el cuello incluye el cráneo, los huesecillos del oído medio, el hueso hioides y las vértebras cervicales. Los huesos del cráneo se unen en las articulaciones suturales fibrosas, excepto la mandíbula, que se articula con el cráneo a través de la articulación temporomandibular (sinovial).
- La abertura de la boca consiste en la protrusión y la depresión de la mandíbula. El cierre requiere tanto retracción como elevación. Los músculos de la masticación incluyen el masetero, el temporal, el pterigoideo medial, el pterigoideo lateral y el digástrico.
- El cráneo neonatal tiene una cara pequeña en relación con el del adulto, así como seis fontanelas que permiten el moldeado de la cabeza durante el parto.

Cuero cabelludo

- El cuero cabelludo consta de cinco capas: la piel, el tejido conjuntivo, la aponeurosis, el tejido areolar laxo y el pericráneo.
- El músculo occipitofrontal es el único músculo del cuero cabelludo.
- Los nervios sensitivos incluyen ramos del nervio trigémino anterior para la oreja y nervios espinales cervicales posteriores para la oreja.
- Las arterias carótidas externa e interna irrigan el cuero cabelludo. El drenaje venoso se dirige hacia las venas yugulares externa y facial. El drenaje linfático se dirige a los nódulos del collar pericervical.

Cara

- Los nervios oftálmico, maxilar y mandibular, junto con el nervio auricular mayor, contribuyen con la inervación cutánea.
- Las arterias temporales facial y temporal proveen la irrigación principal. La vena facial es la principal vía de drenaje; esta vena se conecta con el seno cavernoso a través de la vena oftálmica superior. El drenaje linfático se dirige a los nódulos del collar pericervical.

- Los músculos faciales (todos inervados por el NC VII) están organizados alrededor de los orificios faciales y actúan regulando estas aberturas.
- Cinco ramos terminales del NC VII emergen de la glándula parótida y se extienden por la cara.

Interior del cráneo

- Las meninges (duramadre, aracnoides, piamadre) rodean el encéfalo. La duramadre tiene extensiones (hoz o falce del cerebro, hoz o falce del cerebelo, tentorio del cerebelo, diafragma de la silla) que dividen la cavidad craneal alrededor de las distintas partes del encéfalo. El espacio subaracnoideo está lleno de líquido cerebroespinal.
- La duramadre recibe una rica inervación sensitiva/ sensorial desde el nervio trigémino por encima del tentorio (tienda) del cerebelo y desde los nervios cervicales por debajo de este.
- Los senos de sangre venosa duros recogen la sangre del encéfalo y discurren entre las capas de la duramadre. La mayor parte de la sangre en este sistema drena en las venas yugulares internas.
- Los senos cavernosos se localizan a los lados de la silla turca. La arteria carótida interna y los nervios craneales III, IV, V1, V2 y VI pasan a través del seno o su pared.
- El encéfalo se localiza dentro de la cavidad craneal y tiene tres partes principales: prosencéfalo, mesencéfalo y rombencéfalo. Las arterias carótidas internas y vertebrales irrigan el encéfalo.

Órbita y ojo

- El elevador del párpado superior y el músculo tarsal superior se insertan en el párpado superior y abren el ojo. El orbicular del ojo cierra el ojo. El NC III inerva el elevador, las fibras simpáticas inervan el tarsal superior y el NC VII inerva el orbicular.
- El aparato lagrimal está formado por las estructuras que secretan y recogen las lágrimas, es decir, las glándulas lagrimales y los conductos lagrimales. El conducto nasolagrimal drena en el meato nasal inferior.
- La órbita tiene cuatro paredes y varias aberturas. El canal óptico y la fisura orbitaria superior son claves porque transmiten estructuras neurovasculares críticas.
- Seis nervios craneales (óptico, oculomotor, troclear, trigémino, *abducens*, facial), junto con componentes autónomos adicionales (incluido el ganglio ciliar u oftálmico), inervan la órbita.

- La arteria oftálmica irriga la órbita y el ojo. Las venas oftálmicas superior e inferior drenan la órbita y llegan al seno cavernoso.
- El recto superior, el recto inferior, el recto medial, el recto lateral, el oblicuo superior y el oblicuo inferior son los músculos extrínsecos que mueven el ojo. El NC IV controla el oblicuo superior, el NC VI controla el recto lateral y el NC III controla el resto.
- El dilatador de la pupila, el esfínter de la pupila y el músculo ciliar son músculos lisos intrínsecos. Las fibras simpáticas controlan el dilatador, mientras que las fibras parasimpáticas inervan los otros músculos.
- El globo ocular tiene tres capas: una capa fibrosa externa (esclera y córnea), una capa vascular media (coroides, cuerpo ciliar e iris) y una capa nerviosa interna (retina).

Regiones temporal, infratemporal y pterigopalatina

- La fosa temporal es un área ovalada en el lado de la cabeza. La fosa infratemporal se localiza entre la mandíbula y la faringe. La fosa pterigopalatina se localiza profunda y posteroinferior con respecto a la órbita. Cada región tiene varias aberturas que se comunican con las áreas adyacentes.
- La arteria temporal superficial irriga la fosa temporal. La arteria maxilar y sus ramas irrigan las fosas infratemporal y pterigopalatina, además de las áreas adyacentes.
- Los nervios maxilar y mandibular entran en las fosas pterigopalatina e infratemporal y se distribuyen extensamente desde esos espacios. Los nervios autónomos de otras fuentes (NC VII, NC IX, plexo carotídeo) también entran en estas áreas y se distribuyen a lo largo de ciertos ramos del trigémino. El NC VII también envía fibras gustativas a la cavidad bucal a través de su ramo cuerda del tímpano y el ramo lingual del nervio mandibular.

Cuello

- Los ramos posteriores de los nervios cervicales inervan la piel de la cara posterior del cuello y el cuero cabelludo. Los ramos anteriores de los nervios cervicales (a través del plexo cervical) inervan la piel sobre las caras anterior y laterales del cuello. Las venas cutáneas drenan la cabeza y el cuello en la red de la vena yugular externa.
- El músculo esternocleidomastoideo divide el cuello en grandes triángulos anterior y posterior. Cada uno de estos contiene espacios triangulares más pequeños definidos por otros

músculos.

- Los músculos escalenos anterior y medio forman el triángulo interescalénico, que transmite el plexo braquial y la arteria subclavia.
- La raíz del cuello se ubica por encima de la entrada torácica. La raíz transporta los vasos subclavios, el plexo braquial y el conducto torácico (en la izquierda).

Arterias, venas y vasos linfáticos

- Dos conductos arteriales irrigan la cabeza y el cuello: el sistema carotídeo y el sistema subclavio. El sistema carotídeo irriga la región superior del cuello y la cabeza. El sistema subclavio se encarga de la vascularización de la región inferior del cuello, el cuello profundo, el interior del cráneo, los hombros, los miembros superiores y el tórax.
- La arteria carótida común asciende por el cuello y se divide en las arterias carótidas interna y externa. La carótida común no tiene ramas, excepto sus dos ramas terminales. La carótida interna no tiene ramas en el cuello, pero sí una amplia distribución en la cavidad craneal. La carótida externa tiene varias ramas en el cuello y termina en la cabeza en las arterias superficiales temporal y maxilar.
- La arteria subclavia recorre la raíz del cuello y emite múltiples ramas.
- Las venas de la cabeza y el cuello están organizadas en dos grupos: venas intracraneales (dentro del cráneo) y venas extracraneales (fuera del cráneo). Las venas intracraneales incluyen las venas del encéfalo y los senos dures. Las venas extracraneales son las del cuero cabelludo, la cara y el cuello. Varias venas emisarias conectan los vasos intracraneales y extracraneales.
- Los nódulos linfáticos forman tres grupos: el collar pericervical, el grupo cervical regional y el grupo terminal profundo. El collar pericervical consiste en una serie de varios grupos regionales de nódulos dispuestos en forma de anillo alrededor de la unión de la cabeza y el cuello. Los nódulos regionales cervicales son grupos ubicados en una serie ligera mente vertical en el cuello. Los nódulos cervicales profundos forman un collar vertical junto a la vena yugular interna, dentro de la vaina carotídea, desde la base del cráneo hasta la raíz del cuello (véanse [figs. 12-17](#), [12-47](#) y [12-52](#)).

Nervios

- Doce pares de nervios craneales se ramifican desde el encéfalo

y la médula espinal superior y pasan a través de los forámenes craneales (véase [fig. 12-33](#)). Los nervios olfatorio (NC I), óptico (NC II) y vestibulococlear (NC VIII) son completamente sensitivos. Los nervios oculomotor (NC III), troclear (NC IV), *abducens* (NC VI), accesorio (NC XI) e hipogloso (NC XII) son completamente motores. El resto de los nervios son mixtos.

- Los ramos anteriores de los primeros cuatro nervios cervicales forman el plexo cervical. El plexo cervical inerva la piel y los músculos de la cabeza, el cuello y el hombro, así como el diafragma y otras estructuras torácicas (véase [tabla 12-7](#)). El nervio frénico llega al cuello a través del plexo cervical. Es el único nervio motor que inerva el diafragma. También transporta ramos sensitivos desde el pericardio, la pleura parietal mediastínica y la pleura y el peritoneo que cubren las caras superior e inferior de la parte central del diafragma.
- El plexo braquial se forma en el triángulo posterior del cuello por la unión de los ramos anteriores de los nervios cervicales quinto a octavo y los primeros espinales torácicos. El plexo atraviesa el triángulo posterior del cuello e inerva los miembros superiores.
- Los componentes simpáticos se originan en la médula espinal torácica superior, ascienden los troncos simpáticos cervicales y se distribuyen por los ganglios simpáticos cervicales. El ganglio cervical superior provee todas las fibras simpáticas a la cabeza. Entre los objetivos simpáticos se incluyen los músculos tarsal superior y dilatador de la pupila en la órbita.
- Los componentes parasimpáticos emergen con los nervios craneales III, VII, IX y X. El NC III se proyecta hacia el ganglio ciliar y hacia los músculos esfínter de la pupila y ciliar en la órbita. El NC VII se proyecta hacia los ganglios pterigopalatinos y submandibulares, y hacia las glándulas lagrimales y las glándulas salivares submandibular y sublingual. El NC IX se proyecta hacia el ganglio ótico y luego hacia la glándula parótida. El NC X tiene proyecciones parasimpáticas debajo de la cabeza, en cuello, tórax y abdomen.

Oído

- El oído tiene tres partes principales: oído externo, oído medio y oído interno. Las estructuras del oído externo y medio sirven para la conducción y la transmisión del sonido, el oído interno se encarga de la percepción del sonido y el equilibrio.
- El oído externo está formado por la oreja y el meato acústico externo.
- La membrana timpánica forma la interfase entre el oído externo y el medio; es extremadamente sensible al dolor. El nervio

auriculotemporal y el ramo auricular del nervio vago inervan su cara externa, y el plexo timpánico del nervio glosofaríngeo inerva su cara interna.

- El oído medio tiene cuatro componentes principales: la cavidad timpánica, los huesecillos y sus músculos, la tuba (trompa) auditiva y el área mastoidea. Los nervios faciales (NC VII) y glosofaríngeos (CN IX) tienen relaciones significativas con el oído medio.
- El oído interno está formado por el laberinto óseo, que incluye una serie de cavidades dentro del hueso temporal, y el laberinto membranoso, que incluye una serie de sacos y conductos membranosos ubicados en el interior del laberinto óseo. El NC VIII inerva el oído interno.

Sistema digestivo

- La cavidad bucal, la faringe y el esófago son los componentes principales del sistema digestivo en la cabeza y el cuello.
- La cavidad bucal incluye los labios, los dientes, la lengua, el paladar y las glándulas salivares. Se extiende hasta los pliegues palatoglosos, que forman el límite con la faringe.
- La lengua tiene dos partes: los dos tercios anteriores (cuerpo) y el tercio posterior (raíz). El nervio lingual transporta la sensibilidad general del cuerpo, y el ramo cuerda del tímpano del NC VII transporta la sensación del gusto. El NC IX proporciona tanto la sensibilidad general como el gusto en la raíz. La lengua tiene músculos extrínsecos e intrínsecos, todos (menos uno) inervados por el NC XII.
- El paladar tiene dos partes: la blanda y la dura. El tensor del velo del paladar y los músculos elevadores del paladar son los músculos principales del paladar blando. También actúan sobre la tuba (trompa) auditiva.
- Las glándulas salivares submandibular, sublingual y parótida drenan en la cavidad bucal. El conducto parotídeo cruza la cara lateral del masetero, perfora el músculo buccinador y entra en el vestíbulo de la boca opuesto al segundo molar superior. El conducto submandibular se extiende anteriormente en el suelo de la boca y se abre al lado del frenillo de la lengua. La glándula sublingual drena a través de numerosos pequeños conductos. Los nervios parasimpáticos proporcionan fibras secretomotoras. El NC VII inerva las glándulas submandibular y sublingual; el NC IX inerva la glándula parótida.
- La faringe está formada por tres partes: nasofaringe, bucofaringe y laringofaringe. Yacen posteriores a las vías nasales, la cavidad bucal y la laringe, respectivamente. Los constrictores superior, medio e inferior son los músculos

principales de la faringe. Hay tres conjuntos de tonsilas o amígdalas (faríngeas, palatinas y linguales) en las paredes faríngeas.

- El esófago se extiende desde la laringofaringe hasta el estómago.

Sistema respiratorio

- Los componentes son la nariz, los senos paranasales, la laringe y la tráquea.
- La nariz está formada por la pirámide nasal y la cavidad nasal, cada una dividida en dos por el tabique nasal. Las arterias oftálmica, maxilar y facial y los nervios oftálmico y maxilar irrigan e inervan la nariz externa.
- Cada cavidad nasal tiene cuatro paredes. La pared lateral tiene conchas nasales y meatos nasales, que están relacionados con el drenaje de los senos paranasales y el conducto nasolagrimal y con el flujo de aire. El área del techo contiene la región olfatoria. Las arterias esfenopalatina y facial son los principales vasos de la cavidad nasal.
- Los senos maxilares, frontales, esfenoidales y etmoidales constituyen los senos paranasales. Cada uno drena en un punto específico de la pared lateral de la cavidad nasal.
- Los componentes esqueléticos principales de la laringe son los cartílagos tiroides, cricoides, aritenoides y epiglóticos. Músculos extrínsecos e intrínsecos actúan sobre los cartílagos y producen la abducción/aducción de los pliegues vocales o la tensión/relajación de los ligamentos vocales. El NC X inerva toda la laringe a través de sus ramos laríngeo superior y laríngeo recurrente. Las arterias tiroideas superior e inferior irrigan la laringe.
- La tráquea comienza como una continuación de la laringe y desciende hacia el tórax. Tiene anillos cartilaginosos incompletos en su pared. El esófago se localiza en su cara posterior. Los nervios laríngeos recurrentes y las arterias tiroideas inferiores abastecen la tráquea.

Sistema endocrino

- Los componentes son las glándulas hipófisis, pineal, tiroides y paratiroides.
- La hipófisis tiene dos lóbulos, anterior y posterior, y se localiza en la silla turca. Tiene relaciones con los senos esfenoidales y los senos venosos cavernosos. Las ramas de la arteria carótida interna irrigan la hipófisis.
- La glándula pineal se proyecta desde el techo del tercer

ventrículo del encéfalo.

- La tiroides está formada por dos lóbulos y un istmo que los conecta. Yace inferior a la laringe y cubre la tráquea. Las arterias tiroideas superior e inferior inervan la glándula.
- Hay dos paratiroides superiores y dos inferiores. Cada una está estrechamente relacionada con la cara posterior de la tiroides.

Anatomía radiológica y de superficie

- Las distintas técnicas de imagen permiten visualizar muchas estructuras, incluidas las características óseas, las estructuras vasculares y los tejidos blandos del encéfalo.
- Numerosas estructuras de la cabeza y el cuello son fácilmente palpables o tienen puntos de referencia distintivos que marcan su ubicación subyacente. Estos sirven para orientarse en la exploración física.

Índice alfabético de materias

Nota: los números de páginas seguidos por *f* indican figuras; los números de páginas seguidos por *t* indican tablas.

A

Abdomen

- anatomía de secciones transversales, 407
- anatomía radiológica, 400f-401f, 399
- arco costal, 280f
- cirugía endoscópica, 317f, 317
- huesos, 280f
- tomografía computarizada, 407

Abducción de las cuerdas vocales, 741

Abductor largo del pulgar, 121

Abertura aórtica, diafragma, 203

Abertura de la cava, diafragma, 203

Abertura esofágica, diafragma, 203

Abertura laríngea, 739

Aberturas de la pelvis

- inferior, 417, 418f, 426
- superior, 417, 418f, 426

Aberturas nasales

- anteriores, 614-616
- posteriores, 616, 732

Aberturas torácicas, 196f, 199

- entrada, 199
- fascia endotorácica, 199
- membrana suprapleural, 199
- salida, 199

Absceso

- cerebral, 710
- en herradura, 489
- isquioanal, 489
- pelvirrectal, 489
- periamigdalino, 730
- perianal, 489f, 489-490
- subcutáneo, 489
- submucoso, 489

Acalasia del cardias, 340

Acetábulo, 514f-515f, 516, 574

Acromion, 186

Actividad refleja, 745

Acueducto mesencefálico, 649, 649, 649

Adenohipófisis, 749

- Adherencias pleurales, [225](#)
- Adrenalina, [387](#)
- Aducción, [576](#)
 - de las cuerdas vocales, [741](#)
 - definición, [6](#)
 - del pulgar, [137](#)
 - movimientos oculares, [658](#)
- Aductor
 - breve, [546t](#)
 - largo, [546t](#)
 - mayor, [538f-539f](#), [546](#), [548](#), [546t](#), [549t](#)
- Agrandamiento
 - cervical, [64](#)
 - lumbar, [64](#)
- Ala de la nariz, [731](#)
- Ala mayor del esfenoides, [616](#), [618](#)
- Ala menor del esfenoides, [618](#)
- Alvéolos, [226f](#)
- Amelia, [178f](#), [177](#)
- Amígdala(s), [730](#)
 - faríngea, [726-727](#), [730](#)
 - lingual, [715](#), [730](#)
 - palatina, [719](#), [727](#), [730](#)
- Amigdalitis, [730](#)
- Ampolla, [711](#)
 - conducto deferente, [453](#)
 - de Vater, [370-371](#), [372](#)
 - duodenal, [399](#)
 - galactófora (senos galactóforos), [100](#)
 - hepatopancreática, [370-371](#)
 - rectal, [442f](#), [443](#)
 - trompa uterina, [461](#)
- Ampollas de los conductos semicirculares, [712](#)
- Ampollas genitales, [504](#), [505f-506f](#)
- Anastomosis, [33](#)
 - alrededor de la articulación del hombro, [155-156](#)
 - anorrectal portosistémica, [444](#), [488](#)
 - arterial, [208](#)
 - arteriovenosa, [34f](#), [35](#)
 - cruciforme, [603](#), [532](#)
 - facial, [657](#)
 - portosistémica, [267](#), [367](#), [488](#)
 - trocantérica, [532](#), [603](#)
 - y ligadura de arteria axilar, [155f](#), [156](#)
- Anatomía básica, definición, [6](#)
- Anatomía clínica, definición, [2](#)
- Anatomía de superficie, miembro superior, [179-189](#)
 - hombro, superficie posterior, [187](#)
 - mama, [187-189](#)
 - muñeca y mano, [186-187](#)
 - región del codo, [187](#)
 - tórax, superficie anterior, [179-180](#)
- Anatomía radiológica, [471-473](#), [755-756](#)
 - abdomen, [399](#), [400f-401f](#)
 - anatomía de secciones transversales, [473](#), [474f-475f](#)

angiografía coronaria, 272, 274f
 árbol biliar, 405-406, 408f
 articulación de la rodilla, 593f, 594f
 broncografía, 271-272
 cálices, 406, 409f-410f
 cara posterior, 76-79, 77f-80f
 cavidad pélvica, 472f, 475f
 colon sigmoide, 473
 columna vertebral, 76-79, 77f-80f
 cráneo, 755, 755f, 756f, 757f
 duodeno, 399, 404f
 estómago, 399, 402f-403f
 íleon, 402f-403f
 intestino delgado, 402f-403f
 intestino grueso, 402-403, 405f-406f
 miembro inferior, 592f-596f
 pelvis, 471-473, 471f-473f
 pelvis renal, 406, 409f-410f
 periné, 507, 507f-508f
 pie, 596f
 radiografía oblicua derecha, 270, 270f-271f
 radiografía oblicua izquierda, 270, 272f-273f
 radiografía posteroanterior, 268-270, 268f-269f
 recto, 473
 riñón, 407f
 tobillo, 595f
 tomografía computarizada, 272, 276f
 tórax, 268-272
 tubo digestivo, 399-407, 402f-403f
 uréter, 406, 409f-410f
 vesícula biliar, 408f
 vías genitales de la mujer, 473, 476f-477f
 vías urinarias, 406-407, 409f-410f
 yeyuno, 402f-403f
 Anestesia. *Véase también* Bloqueo nervioso
 caudal, 52f, 76f, 75, 432
 espinal, 265
 sistema nervioso simpático y espinal, 265
 Aneurisma
 aórtico, 261-262, 379, 391
 poplíteo, 551
 Angina de Ludwig, 677
 Angina de pecho, 253
 Angioedema de la úvula, 720
 Angiografía coronaria, 272
 Ángulo, 622
 anorrectal, 490
 cólico
 derecho, 352
 izquierdo, 352
 de Louis, 194f, 195, 211
 esternal, 194f, 195, 211
 inferior, 213
 lumbosacro, 50, 419
 subcostal, 211

- superior, 213
- Ángulos cardiofrénicos, 270
- Ángulos mediales, 650, 651*f*
- Anhidrosis, 703
- Anillo
 - anorrectal, 485, 490
 - ciliar, 661
 - femoral, 542
 - fibroso, 55*f*, 51, 55, 56*t*
 - inguinal superficial, 285, 296, 318-319
 - oval, 246, 258
 - tendinoso, 658
- Ano, 509*f*, 482, 507
 - imperforado, 491
- Antebrazo
 - compartimentos osteofasciales, 112*f*, 114*f*, 115*f*, 111, 127-130, 118*t*
 - pronación, 6
 - supinación, 6
- Anteflexión del útero, 462*f*, 464
- Anterior (ventral), definición, 3
- Ántrax, 8
- Antro
 - mastoideo, 705, 709, 764
 - pilórico, 340
- Antro mastoideo, entrada al, 706
- Aorta
 - abdominal
 - bloqueo por embolia, 391
 - circulación colateral, 393*f*, 392
 - obliteración, 392
 - ramas, 388*f*, 390
 - traumatismo, 392
 - arco, 216, 261
 - ascendente, 242*f*, 243*f*, 244*f*, 260-261
 - coartación, 261-262
 - desarrollo, 260, 258
 - descendente, 227*f*, 261, 262, 263-264
 - obliteración, 392
 - proyecciones superficiales, 389*f*, 389
 - senos, 260
 - torácica, 260-261
 - traumatismo, 392
- Aorta abdominal
 - bloqueo por embolia, 391
 - circulación colateral, 393*f*, 392
 - obliteración, 392
 - ramas, 388*f*, 390*f*, 390
 - traumatismo, 392
- Aorta ascendente, 242*f*, 243*f*, 244*f*, 260-261
- Aorta descendente, 227*f*, 261, 261, 262, 263-264
- Aparato biliar extrahepático, desarrollo, 360*f*
- Aparato lagrimal, 652-653
- Apéndice pélvico, 446
- Apéndice vermiforme, 328
 - anatomía, 326*f*-327*f*, 328

- anomalías, [364](#)
- desarrollo, [359](#)
- drenaje linfático, [352](#)
- inervación, [352](#)
- infección, [357](#)
- omental, [355](#)
- pélvico, [446](#)
- perforación, [357](#)
- posición, [356](#)
- proyecciones en la superficie, [322](#)
- punta, posición, [352](#)
- sin descender, [364](#)
- vascularización, [352](#)
- Apéndices auriculares, [258](#)
- Apendicitis, [357](#)
- Aponeurosis, [19f](#), [19](#), [628](#)
 - bicipital, [187](#)
 - palatina, [718-719](#)
 - palmar, [122](#)
 - plantar, [564f](#)
- Aproximación de los cartílagos aritenoideos proximales, [741](#)
- Aracnoides, [25](#)
 - encéfalo, [645](#)
 - médula espinal, [50f](#), [63f](#), [65f](#), [69f](#), [74](#), [68-69](#)
- Árbol biliar, [370-372](#), [405-406](#)
- Arco, [737](#)
 - alveolar, [616](#)
 - cigomático, [616](#), [622](#), [764](#)
 - costal, [211](#), [280f](#), [318](#)
 - longitudinal
 - lateral
 - anatomía, [587-588](#)
 - mantenimiento, [588](#)
 - medial
 - anatomía, [587-588](#)
 - mantenimiento, [588](#)
 - problemas clínicos, [590](#)
 - neural, [52f](#), [53](#)
 - neuronal mesenquimatoso, [52f](#), [53](#)
 - palatofaríngeo, [719](#), [727](#)
 - palatogloso, [719](#), [727](#)
 - plantar, [569-571](#)
 - púbico, [417](#), [427](#)
 - tendinoso, [422](#)
 - transverso
 - anatomía, [588](#), [588f](#)
 - mantenimiento, [588](#), [588f](#)
 - venoso dorsal
 - mano, [159](#)
 - pie, [534](#), [534f](#), [554f](#), [555f](#), [563f](#), [572](#), [601](#), [602f](#)
 - vertebral, [46](#), [53](#)
 - yugular, [767](#)
- Arcos branquiales (faríngeos), [70](#)
- Arcos del pie
 - anatomía, [587f](#), [588f](#), [587](#)

- huesos, [588f](#), [588](#)
- mantenimiento, [588f](#), [589f](#), [588](#)
- mecanismos de soporte, [589f](#), [588-589](#)
- problemas clínicos, [590](#)
- Arcos superciliares, [614](#)
- Área
 - auditiva, [648](#)
 - de Broca, [648](#)
 - intercondílea
 - anterior, [519](#)
 - posterior, [519](#)
 - mastoidea, [709-710](#)
 - motora, [647-648](#)
 - motora del lenguaje, [648](#)
 - sensitiva, [648](#)
 - visual, [648](#)
- Áreas intercondíleas, [519](#)
- Aréola, [100](#)
- Aritenoides oblicuo, [740t](#)
- Artrosis del hombro, [127](#)
- Arteria, ramas, [33](#)
- Arteria angular, [635](#)
- Arteria apendicular, [351f](#), [352](#), [357](#), [365](#)
- Arteria arqueada, [381-382](#), [573f](#), [572](#)
- Arteria auricular posterior, [630](#), [680](#)
- Arteria axilar, [153-155](#), [153-154](#), [154](#), [154-155](#), [681](#)
 - arteria braquial, [153](#)
 - arteria escapular, [155](#)
 - circunfleja, [155](#)
 - arteria torácica, [155](#)
 - arteria torácica lateral, [155](#)
 - arteria toracoacromial, [155](#)
 - arteria toracodorsal, [155](#)
 - arterias humerales circunflejas anterior y posterior, [155](#)
 - ligadura, [155f](#), [156](#)
 - ramas, [155](#), [156](#)
 - vaina axilar, [153](#)
 - y ramas, [154f](#)
- Arteria basilar, [681](#), [682](#)
- Arteria braquial, [156-157](#), [156-157](#)
 - arteria braquial profunda, [157](#)
 - arteria nutricia, [157](#)
 - arteria radial recurrente, [157](#)
 - radial, [157-158](#)
 - arteria ulnar colateral
 - inferior, [157](#)
 - superior, [157](#)
 - arteria ulnar recurrente
 - anterior, [157](#)
 - posterior, [157](#)
 - ramas musculares, [157](#)
- Arteria braquiocefálica, [216](#)
- Arteria bronquial, [261](#)
- Arteria carótida
 - común, [678-680](#)

- externa, 680
- interna, 680-681
 - arterioesclerosis, 681
 - ramas, 681
 - relaciones en el cuello, 681
- izquierda, 216, 351f, 352, 365
 - anterior, 365
 - posterior, 351f, 352
- Arteria celiaca, 364, 365, 366, 364-365
- Arteria central de la retina, 657, 663, 681
- Arteria cerebral
 - anterior, 681, 681
 - media, 681
 - posterior, 681-682
- Arteria cervical
 - profunda, 682
 - superficial, 155
 - transversa, 682
- Arteria circunfleja, 251
 - femoral, 546, 547
 - ilíaca
 - profunda, 390
 - superficial, 526f, 543
- Arteria cística, 365f, 365, 371
- Arteria cólica, 354
 - media, 354, 365
- Arteria comunicante
 - anterior, 681
 - posterior, 681
- Arteria coronaria, 250, 252t
 - anastomosis, 251
 - características electrocardiográficas, 253t
 - derecho, 250-251
 - distribución, 251t
 - infarto de miocardio, 253t
 - izquierda, 251
 - sistema de conducción, 248-249, 250
 - variaciones, 251
- Arteria del bulbo, 496
- Arteria del intestino medio, 366
- Arteria del intestino posterior, 366, 446
- Arteria descendente de la rodilla, 539f, 544
- Arteria diagonal, 251
- Arteria dorsal del pie, 544f, 555f, 569f, 573f, 557, 572, 601
 - palpación, 554f-555f, 603
 - ramas, 572
- Arteria epigástrica
 - inferior, 311f, 291, 297, 316
 - superficial, 543
 - superior, 294
- Arteria esfenopalatina, 734
- Arteria esofágica, 339f, 339
- Arteria espinal, 66-67
 - anterior, 66-67
 - posterior, 66-67

Arteria esplénica, 364, 378
 Arteria facial, 634, 680, 731, 765
 temporal, 634
 transversa, 635
 Arteria faríngea ascendente, 680
 Arteria femoral, 496, 543, 599
 anatomía, 538f-539f, 543
 aneurisma, 543
 cateterismo, 544
 lesión, 604
 palpación, 603
 ramas, 543-544
 relaciones, 538f-539f, 543
 Arteria femoral circunfleja, 546, 547
 lateral, 538f-539f, 544, 547
 medial, 517, 528f, 544, 544f, 545f, 546
 Arteria femoral profunda, 533f, 539f, 544, 544f, 545f, 546-548, 603
 Arteria fibular, 561-562
 Arteria funcional terminal, 33
 Arteria gástrica, 339f, 341, 364
 corta, 342, 364
 Arteria gastroduodenal, 364
 Arteria gastroepiploica, 342, 364
 Arteria gastroomenta, 364
 Arteria glútea
 inferior, 527f-528f, 532
 superior, 527f-528f, 532
 Arteria hepática, 330f, 332f, 364-365
 Arteria hialoidea, 663
 Arteria hipofisaria
 inferior, 749
 superior, 749
 Arteria ileocólica, 365
 Arteria iliaca
 circunfleja profunda, 295, 390
 circunfleja superficial, 534f, 535
 común, 380f, 388f, 390
 externa, 322, 380f, 390
 interna, 388f, 390
 obliteración, 392
 Arteria iliolumbar, 434
 Arteria inferior glútea, 422f, 434, 527f-528f, 528f
 Arteria infraorbitaria, 635
 Arteria intercostal superior, 682
 Arteria interventricular, posterior, 251, 252f
 Arteria labial
 inferior, 635
 superior, 635
 Arteria lagrimal, 658
 Arteria laríngea superior, 680
 Arteria lingual, 680
 Arteria marginal, 366
 Arteria mediastínica, 206
 Arteria menígea media, 616, 643-645, 680
 Arteria mentoniana, 635

Arteria mesentérica
 inferior, 349f, 365-366
 superior, 347-348, 351, 353-354, 359, 363-365
 Arteria metatarsiana dorsal, 573f, 572
 primera dorsal, 572, 573f
 Arteria musculofrénica, 207
 Arteria nasal lateral, 635
 Arteria obturatriz, 434, 545f, 547
 Arteria occipital, 630, 680
 Arteria oftálmica, 634, 681, 731
 Arteria ovárica, 434, 459, 464
 Arteria pancreatoduodenal
 inferior, 365
 superior, 364
 Arteria perforante, 206
 Arteria pericárdica, 261
 Arteria pericardiofrénica, 206
 Arteria plantar, 565f-569f
 lateral, 565f-569f
 medial, 565f-569f
 Arteria poplítea, 519f, 539f, 543, 544f, 548f, 549-551, 550f, 600, 603
 Arteria pudenda
 externa, 526f, 543-544
 profunda, 538f-539f, 544
 superficial, 543
 interna, 487
 Arteria radial, 157-158
 en el antebrazo, 157
 arteria radial recurrente, 157
 rama palmar superficial, 158
 ramas musculares, 157
 en la mano, 158
 arco carpiano dorsal, 158
 arco palmar profundo, 158
 Arteria radicular (radiculomedular), 66-67
 Arteria rectal
 inferior, 444, 444f
 media, 444, 444f, 453, 455
 superior, 444-445, 444f
 Arteria sacra, 434
 media, 431f, 434
 Arteria sigmoide, 366
 Arteria subclavia, 155, 676, 678, 681-682, 768
 compresión, 682
 Arteria subclavia
 derecha, 678, 681
 izquierda, 678, 681
 Arteria subcostal, 261
 Arteria submentoniana, 635
 Arteria supraescapular, 155, 682
 Arteria supraorbitaria, 630, 635, 658
 Arteria supratroclear, 630, 635, 658
 Arteria tarsal lateral, 572, 573f
 Arteria temporal superficial, 630, 634-635, 665, 667, 680, 764
 Arteria terminal, 33

- Arteria testicular, 297-298, 434
- Arteria tibial
 - anterior, 550f, 553f, 554f, 557
 - posterior, 603
- Arteria tiroidea
 - ima, 752, 767
 - inferior, 682, 745, 751-752
 - superior, 680, 751-752
- Arteria torácica
 - interna, 201f, 205f, 206-208
 - lateral, 99f-100f, 155
 - superior, 155, 155f
- Arteria umbilical, 433f, 434
 - anatomía, 434
 - cateterismo, 309-310, 309f
- Arteria uterina, 434, 464, 470
- Arteria vaginal, 434
- Arteria vertebral, 649, 681-682
- Arteria ulnar, 117, 157
 - en el antebrazo, 157
 - en la mano, 157
 - arco palmar superficial, 157
 - arteria radial, rama palmar superficial, 157
 - arterias palmares digitales, 157
 - rama palmar profunda, 157
 - ramas del antebrazo
 - anastomosis alrededor de la articulación de la muñeca, 157
 - arteria interósea, 157
 - arterias interóseas anterior y posterior, 157
 - arterias nutricias del radio y la ulna, 157
 - ramas musculares, 157
 - ramas ulnares recurrentes anterior y posterior, 157
- Arteria vesical
 - inferior, 434, 450, 455
 - superior, 422f, 434, 450
- Arterias
 - anastomosis arterial
 - alrededor de la articulación del hombro, 155-156
 - y ligadura de arteria axilar, 155f, 156
 - arteria axilar, 153-155
 - arteria braquial, 156-157
 - arteria radial, 157-158
 - en el antebrazo, 157
 - en la mano, 158
- Arterias ciliares, 658
- Arterias del intestino anterior, 366
- Arterias del nodo sinoatrial, 251
- Arterias intercostales
 - anteriores, 201f, 207
 - posteriores, 201f, 205f, 207
- Arterias interlobulares, 381-382
- Arterias lobulares, 381-382
- Arterias pulmonares, 227f
- Arterias renales, 386, 393f
 - supernumerarias, 386

- Arterias sacras laterales, 434
- Arterias segmentarias, 381-382
- Arteriografía cerebral, 758f, 758f, 759f, 759f, 755-756
- Arteriola, 33
- Arteriolas glomerulares aferentes, 33, 381-382
- Articulación acromioclavicular
 - articulación, 163
 - cápsula, 163
 - inervación, 163
 - lesiones, 164
 - ligamentos
 - accesorios, 163
 - acromioclaviculares superior e inferior, 163
 - coracoclaviculares, 163
 - membrana sinovial, 163
 - movimiento de deslizamiento, 163f, 163-164
 - tipo, 163
- Articulación calcaneocuboidea
 - articulación, 522f-523f, 586
 - cápsula, 586
 - ligamentos, 568f, 586
 - membrana sinovial, 586
 - tipo, 586
- Articulación cifoesternal, 194-195, 198, 211, 318
- Articulación cricoaritenoidea, 737
- Articulación cricotiroides, 737
- Articulación cuneocuboidea, 586
- Articulación cuneonavicular, 586
- Articulación de la cadera
 - anatomía, 574f, 575f
 - articulación, 574, 574f
 - artritis, 517, 577-578
 - cápsula, 574-575, 574f
 - dislocación, 577
 - dolor referido desde, 577
 - estabilidad, 577
 - estructura, 576f
 - inervación, 575
 - irrigación sanguínea, 575
 - ligamentos, 574f, 575, 575f
 - membrana sinovial, 574f, 575, 575f, 576f
 - movimientos, 575-577
 - radiografía anteroposterior, 592f-596f
 - relaciones, 575f, 576f, 577
 - superficies articulares, 574, 574f
 - tipo, 574
- Articulación de la rodilla, 517f, 578f, 580
 - alrededor de la anastomosis arterial, 551
 - anatomía, 578-581, 578f, 579f, 600, 600f, 601f
 - artroscopia, 582
 - bolsas relacionadas con, 578f, 579f, 580
 - cápsula, 578f, 579
 - cara anterior, 600f
 - densidad protónica transversa, 597f
 - estabilizador, 540

- fuerza, 581
- hiperextensión, 591
- inervación, 580
- lesión, 581-582
 - de meniscos, 582, 582*f*
- ligamentos
 - extracapsulares, 578*f*, 579, 579*f*
 - intracapsulares, 578*f*, 579-580, 579*f*
 - lesión, 581-582
- membrana sinovial, 578*f*, 579*f*, 580
- menisco medial, 583*f*-584*f*
- movimientos, 579*f*, 580-581
- neumoartrografía, 582, 594*f*
- radiografía anteroposterior, 593*f*
- radiografía lateral, 593*f*
- relaciones, 579*f*, 581
- resonancia magnética, 597*f*
- tipo, 578-579

Articulación del codo, 169*f*

- articulación, 167
- artrocentesis, 169
- cápsula, 167
- daño del nervio ulnar, 169
- después de una lesión, radiología, 169
- dislocación, 169
- estabilidad, 169
- inervación, 168
- ligamento anular, 167-168
- ligamento colateral lateral (radial), 167-168
- ligamento colateral medial (ulnar), 167-168
- membrana sinovial, 168
- movimientos, 168
- tipo, 167
- ulna valga, 168

Articulación del hombro, 165*f*-166*f*

- articulación, 164
- cápsula, 164
- dislocación, 167
 - dislocación anteroinferior, 167
 - dislocaciones posteriores, 167
 - posición subcoracoidea, 167
- dolor, 167
- estabilidad, 167
- inervación, 164
- ligamentos, 164
 - accesorio, 164
 - coracoacromial, 164
 - coracohumeral, 164
 - glenohumeral, 164
 - humeral transverso, 164
- mecanismo escapulohumeral, 167
- membrana sinovial, 164
- movimientos, 164-167, 166*f*, 168*f*
 - abducción, 164
 - aducción, 164

- circunducción, 165
 - extensión, 164
 - flexión, 164
 - rotación lateral, 165
 - rotación medial, 165
- músculo biceps braquial, 167
- rodete glenoideo, 164
- tipo, 164
- Articulación del tobillo
 - anatomía, 583f-584f, 584-585
 - cápsula, 584
 - cara lateral, 583f-584f
 - cara medial, 583f-584f
 - cara posterior, 584f
 - esguinces, 585, 585
 - agudos, 585
 - estabilidad, 585
 - fracturas con dislocación, 585
 - inervación, 585
 - ligamentos, 583f-584f, 584
 - membrana sinovial, 584
 - movimientos, 585
 - relaciones, 554f, 555f, 585
 - sección coronal, 584f
 - tipo, 584
- Articulación elipsoide, 16f, 15t
- Articulación en silla de montar, 15t, 16f
- Articulación esternoclavicular, 162f
 - articulación, 162
 - cápsula, 162
 - disco articular, 162
 - inervación, 162
 - lesiones, 163
 - dislocación anterior, 163
 - dislocación posterior, 163
 - ligamento accesorio, 162
 - ligamento costoclavicular, 162
 - ligamentos, 162
 - membrana sinovial, 162
 - movimientos, 162-163, 163t, 163f
 - tipo, 162
- Articulación fibrosa, 13, 714
 - articulación, 164
 - cápsula, 164
 - inervación, 164
 - ligamentos, 164
 - accesorio, 164
 - coracoacromial, 164
 - coracohumeral, 164
 - glenohumeral, 164
 - humeral transverso, 164
 - mecanismo escapulohumeral, 167
 - membrana sinovial, 164
 - movimientos, 164-167, 166f
 - abducción, 164

- aducción, 164
- circunducción, 165
- extensión, 164
- flexión, 164
- rotación lateral, 165
- rotación medial, 165
- músculo bíceps braquial, 167
- rodete glenoideo, 164
- tipo, 164
- Articulación glenohumeral (del hombro), 165f-166f
- Articulación intercuneiforme, 586
- Articulación intermetatarsiana, 586
- Articulación lumbosacra, 280
- Articulación manubrioesternal, 193-195
- Articulación metatarsofalángica, 587
- Articulación radiocarpiana. *Véase* Muñeca
- Articulación radioulnar
 - distal, 171f, 172f, 171
 - proximal, 168-170, 170f
- Articulación sacrococcígea, 424
- Articulación sacroilíaca, 49, 383-384, 416, 419, 421f-422f, 424
- Articulación sinovial, 13-14, 14f, 15t
- Articulación subtalar
 - articulación, 522f-523f, 585
 - cápsula, 585
 - ligamentos, 584f, 585-586
 - membrana sinovial, 586
 - movimientos, 586
 - tipo, 585
- Articulación talocalcaneonavicular, 522f-523f
 - articulación, 586
 - cápsula, 586
 - ligamentos, 586
 - membrana sinovial, 586
 - movimientos, 586
 - tipo, 586
- Articulación tarsometatarsiana, 586
- Articulación temporomandibular (ATM), 617, 623-626, 624f, 625f
 - dislocación, 626
 - importancia clínica, 626
 - oreja, 765
 - relaciones, 626
- Articulación tibiofibular
 - distal, 583-584, 583f-584f
 - articulación, 583f-584f, 583
 - cápsula, 583
 - inervación, 584
 - ligamentos, 583
 - movimientos, 584
 - tipo, 583
 - proximal, 583
 - articulación, 520f, 583
 - cápsula, 583
 - inervación, 583
 - ligamentos, 583

- membrana sinovial, 583
 - movimientos, 583
 - tipo, 583
- Articulación trocoide, 15*t*, 16*f*
- Articulaciones, 13-15, 14*f*, 16*f*
 - articulación acromioclavicular, 163-164
 - articulación del carpo (radiocarpiana), 172
 - articulación del codo, 167-168
 - articulación esternoclavicular, 162-163
 - articulación glenohumeral (del hombro), 164-167
 - articulación radioulnar
 - distal, 171
 - proximal, 168-170
 - articulaciones de la mano y los dedos, 173-174
 - bisagra, 15*t*, 16*f*
 - cabezas de las costillas, 198-199
 - cartilaginosas, 13
 - cartílagos costales, 199
 - con el esternón, 199
 - definición, 4
 - elipsoidea, 15*t*, 16*f*
 - en silla de montar, 15*t*, 16*f*
 - esféricas, 15, 15*t*
 - estabilidad, 15
 - esternal, 198
 - exploración, 17
 - fibrosas, 13, 14*f*
 - inervación, 15
 - mano como unidad funcional, 174-176
 - membrana interósea, 170
 - plana, 15*t*, 16*f*
 - sinoviales, 13-14, 14*f*, 15*t*
 - trocoide, 15*t*, 16*f*
 - tubérculos de las costillas, 199
- Articulaciones atlantoaxiales, 56*f*, 48-49, 54-55
- Articulaciones atlantooccipitales, 56*f*, 48-49, 54
- Articulaciones cartilaginosas, 13
- Articulaciones condilares, 16*f*, 15*t*
- Articulaciones esféricas, 16*f*, 15*t*
- Articulaciones intercarpianas, 173
- Articulaciones interfalángicas, 174, 587
- Articulaciones intermetacarpianas, 173
- Articulaciones mesotarsales, 586
- Articulaciones metacarpofalángicas, 173-174
- Articulaciones pélvicas, 424
- Articulaciones planas, 15*t*, 16*f*
- Articulaciones tarsianas
 - articulación calcaneocuboidea, 520*f*, 568*f*, 586
 - articulación cuboideonavicular, 586
 - articulación cuneonavicular, 586
 - articulación subtalar, 515*f*, 585-586
 - articulación talocalcaneonavicular, 515*f*, 586
 - articulaciones intercuneiforme y cuneocuboidea, 586
 - transversas, 586
- Artritis

- artrosis, [577-578](#)
- gonocócica, [17](#)
- tuberculosa, [17](#)
- Artrocentesis de la articulación del codo, [169](#)
- Artroscopia, articulación de la rodilla, [582](#)
- Artrosis, [577-578](#)
- Asa cervical, [700](#)
- Asa del intestino medio
 - ausencia de rotación o rotación incompleta, [363](#)
 - formación, [363f](#)
- Asa del martillo, [708](#)
- Asa subclavia, [702](#)
- Asas intestinales. *Véase* Intestino
- Asbestosis, [239](#)
- Ascitis, [334](#)
- Asfixia traumática, [255](#)
- Asma bronquial, [239](#)
- Aspiración suprapúbica, [452](#)
- Astrágalo, [522-524](#), [522f-523f](#)
- Atlas
 - anatomía, [47f](#), [49f](#), [48](#), [48-49](#)
 - fractura, [59f](#), [59](#)
 - ligamento transversal de, [55](#)
- ATM. *Véase* Articulación temporomandibular (ATM)
- Atresia
 - biliar, [373](#)
 - esofágica, [240](#)
- Atrio, [732](#)
 - derecho
 - aberturas hacia, [246](#)
 - restos fetales, [245f](#), [257f](#), [259f](#), [246](#)
 - desarrollo, [256-258](#)
 - izquierdo, [242f](#), [244f](#), [246-247](#)
 - aberturas hacia, [247](#)
- Auscultación
 - tórax, [214](#)
 - válvulas cardíacas, [254](#), [255t](#)
- Axila, [107f](#), [106-107](#)
 - disección, [108f](#)
 - fascia clavipectoral, [107](#)
 - paredes, [108f](#), [106-107](#)
 - pared anterior, [106](#)
 - pared lateral, [107](#)
 - pared medial, [107](#)
 - pared posterior, [107](#)
 - pectoral menor, [107](#)
- Axis
 - anatomía, [49f](#), [49](#)
 - fractura, [59f](#), [60](#)
- Axón, [24-25](#)

B

- Balón de Sengstaken-Blakemore, [340](#)
- Banda moderadora, [246-247](#), [249](#)

- Base, [708](#)
 - del estribo, [706](#), [708](#)
 - externa del cráneo, [667](#)
- Basilar, hueso occipital, [620](#)
- Bazo
 - agrandamiento, [378](#)
 - anatomía, [328](#), [328f](#)
 - desarrollo, [378](#)
 - drenaje linfático, [378](#)
 - inervación, [378](#)
 - irrigación sanguínea, [378](#)
 - proyecciones en la superficie, [320](#)
 - relaciones, [378](#)
 - supernumerario, [378](#)
 - traumatismo, [378](#)
- Bíceps braquial, [127](#)
 - músculo, [167](#), [126](#)
- Bíceps femoral, [548f](#), [548](#), [600](#), [549t](#)
- Biopsia de hígado, [370](#)
- Bloqueo del ganglio estrellado, [703](#)
 - abdominal anterior, [294](#), [294f](#), [295f](#)
 - intercostal, [207](#)
 - pudendo, [504](#), [504f](#)
- Bloqueo nervioso
 - abdominal anterior, [294f](#), [295f](#), [294](#)
 - pudendo, [504](#), [504f](#)
- Boca, [637](#)
 - distorsión, [670](#)
 - importancia clínica, [714](#)
- Bocio
 - retroesternal, [752](#)
- Bolsa
 - adventicia, [590](#)
 - dural, [68](#)
 - faríngea, [728](#)
 - infrapatelar, [580](#)
 - profunda, [578f](#), [580](#)
 - superficial, [578f](#), [580](#)
 - omental, [329](#), [329f-330f](#), [331](#), [362](#)
 - poplítea, [580](#)
 - prepatelar, [519](#), [578f](#), [579f](#), [580](#)
 - radial, [134](#)
 - semimembranosa, [579f](#), [580](#)
 - suprapatelar, [578f](#), [579-580](#)
 - ulnar, [134](#)
- Bolsas anteriores, [578f](#), [579f](#), [580](#)
- Bolsas articulares
 - anatomía, [18f](#), [17-18](#)
 - infección, [19](#)
 - traumatismo, [19](#)
- Bolsas posteriores, [580](#)
- Bomba toracoabdominal, [203](#)
- Borde
 - anterior del músculo masetero, [765](#)
 - de la cavidad orbitaria, [614](#), [653](#), [765](#)

- falciforme, [532-533](#)
- fijo, [641-643](#)
- libre, [470](#), [641-643](#)
- pélvico, [416-417](#), [426](#)
- superior del cartilago tiroides, [678](#)
- Botón
 - aórtico, [270](#)
 - hepático, [373](#)
 - pulmonar, [239](#)
 - ureteral, [384](#), [456-458](#)
- Braquial, plexo. *Véase* Plexo braquial
- Braquidactilia, [178f](#), [177](#)
- Brazo. *Véase también* Antebrazo; Miembro superior
 - compartimentos osteofasciales, [109f-110f](#), [107-111](#), [126](#), [110t](#), [118t](#)
 - anterior, [111](#)
 - posterior, [111](#)
 - músculos, [127t](#)
 - vasos linfáticos (linfangitis), [162](#)
- Broncografía, [274f](#), [271-272](#)
- Broncoscopia, [231](#)
- Bronquio lobular, [230](#)
 - inferior, [230](#)
 - medio, [230](#)
 - superior, [230](#)
 - respiratorios, [234](#)
 - terminales, [234](#)
- Bronquiolos, [226f](#), [233-234](#)
- Bronquios, [226f](#)
 - anatomía, [225f](#), [226f](#), [227f](#), [227f](#), [230](#)
 - constricción, [239](#)
 - principales (primarios), [745](#)
 - segmentarios (terciarios), [232-233](#)
- Bronquitis, [231](#)
- Bucofaringe, [726-727](#), [727f](#)
- Bulbo
 - arteria del, [496](#)
 - capilar, [7](#)
 - del corazón, [255-256](#)
 - del pene, [496](#), [507](#)
 - del vestíbulo, [501f](#), [500](#)
 - superior de la vena yugular interna, [705-706](#)
- Bulboesponjoso, [496f](#), [501f](#), [496](#), [497](#), [500](#), [502](#), [486t](#)
- Bulbos senovaginales, [470](#)
- Bulla etmoidal, [733](#)
- Bursitis, [590](#)
 - olecraniana, [96](#)
 - subacromial, [126](#), [126f](#)

C

- Cabello, [7](#), [704](#)
- Cabeza, [708](#). *Véase también* Encéfalo; Cráneo; anatomía específica
 - anatomía de superficie
 - arco cigomático, [764](#)
 - articulación temporomandibular, [765](#)

- borde orbitario, 765
- crestas superciliares, 764
- fontanelas, 763-764
- foramen infraorbitario, 766
- fosita suprameática, 764
- mandíbula, 765, 765f
- músculo masetero, 765
- oreja y conducto auditivo externo, 764
- proceso mastoides, 764
- protuberancia occipital externa, 763, 764f
- punto de referencia craneométrico, 763, 763t
- seno neumático maxilar, 766
- arterias, 678-682, 678f
- drenaje linfático, 686-687
- resonancia magnética, 762f
- venas, 682-683
- Cabeza fetal, presión, 432
- Cadera
 - valga, 518
 - vara, 518
- Caja torácica, 193, 198, 280f, 281
- Calcáneo
 - anatomía, 522f-523f, 521-522
 - fracturas, 524
- Calcaneovalgo, 605
- Calcitonina, 753
- Cálculos
 - biliares, 372
 - ureterales, 384, 451
- Cálices, 380, 384
- Calidad de la voz, 742
- Calostro, 101
- Calvaria, 613
- Caminar (actividad física), 590, 605f
- Canal anal, 328, 443
 - anatomía, 482-487
 - desarrollo, 491
 - drenaje linfático, 484f, 486
 - cáncer y, 490
 - esfínteres anales, 483f, 484f, 485f, 485, 486t
 - estructura, 483f, 484f, 485f, 483-485
 - inervación, 481f, 486-487
 - irrigación sanguínea, 484f, 486
 - localización y descripción, 482f, 482
 - relaciones, 482f, 483f, 483
 - revestimiento muscular, 483f, 485
- Canal anorrectal, 447f-448f, 446, 456, 491
- Canal inguinal
 - anatomía, 296-297
 - desarrollo, 297-298, 298f
 - función, 296
 - mecánica, 296-297, 297f
 - paredes, 296
- Canal sacro, 49, 419, 432
- Cáncer. Véase la anatomía específica

Cáncer de mama en hombres, [104](#)
Cánula laringotraqueal, [239](#)
Capa
 endóstica, [640](#)
 fibrosa, [660](#)
 grasa, [283](#)
 superficial, [492](#)
 membranosa profunda, [492-493](#)
 menígea, [640](#)
 nerviosa, [660](#), [663](#)
 interna, [663](#)
 pigmentada externa, [661](#), [663](#)
 vascular interna, [661](#)
 vascular pigmentada, [660-663](#)
Capelina metanéfrica, [385-387](#)
Capilar, [35](#)
 linfático, [13](#), [36](#)
Cápsula, [623-624](#), [663](#)
 amigdalina, [730](#)
 fascial, [724](#)
 fibrosa, [753](#)
 riñón, [380](#)
Cara
 anatomía, [632-637](#)
 desarrollo, [638f](#), [637](#)
 drenaje linfático, [635](#)
 drenaje venoso, [635](#)
 esqueleto, [632f](#), [632-633](#)
 fractura ósea, [622](#)
 hendidura facial oblicua, [644f](#), [638](#)
 infecciones, [635](#)
 irrigación arterial, [634-635](#)
 labio leporino
 inferior, [638](#)
 superior, [639f](#), [637-638](#)
 macrostomía, [639](#)
 microstomía, [639](#)
 músculo, [635-636](#), [630t](#)
 nervio facial, [637](#)
 nervios sensitivos, [633f](#), [633-634](#)
 piel, [633f](#), [633](#)
 irrigación sanguínea, [635](#)
Cara articular, [737](#)
Caras costales, [196-197](#)
 transversas, [198](#)
Carcinoma broncogénico, [239](#)
Carcinoma mamario
 drenaje linfático y, [103-104](#)
 en hombres, [104](#)
Cardias, acalasia de, [340](#)
Carina, [230](#), [231](#), [745](#)
Cartílago(s)
 aritenoides, [737](#)
 corniculados, [737](#)
 costal

- articulaciones, 194f, 196f, 199, 199
- identificación, 213
- movimientos, 199
- cuneiformes, 737
- cricoides, 737, 767
- elástico, 12
- epifisario, 9
- epiglótico, 737
- hialino, 12
- laríngeos, 737
- nasales, 731
- septal, 733
- tiroideo, 737
 - borde superior, 678, 766
- Cartilago, tipos, 12
- Carúncula lagrimal, 650
- Casos linfáticos superficiales y profundos, 161
- Cateterismo de las venas basílica y cefálica, 160
- Cavidad abdominal
 - anatomía, 324-414
 - aorta, 388f, 389f, 390f, 389-390
 - apéndice, 326f-327f, 328, 351-352
 - arteria esplénica, 364, 378, 364
 - arteria iliaca
 - común, 380f, 388f, 390
 - externa, 380f, 390, 390
 - interna, 388f, 390
 - arteria mesentérica superior, 347, 348, 351, 353, 354, 359, 363, 364, 365
- bazo
 - agrandamiento, 378
 - anatomía, 328f, 328
 - desarrollo, 378
 - drenaje linfático, 378
 - inervación, 378
 - irrigación sanguínea, 378
 - relaciones, 378
 - supernumerario, 378
 - traumatismo, 378
- ciego, 351f, 327-328, 328, 350-351
- colon
 - ascendente, 326f-327f, 328, 359, 352-353
 - descendente, 326f-327f, 328, 362, 354-355
 - sigmoide, 326f-327f, 328, 362
 - transverso, 326f-327f, 328, 362, 353-354
- conducto cístico, 347f, 372, 373-374
- conducto hepático, 370
- conductos biliares, 370f-371f, 347, 372, 370-371, 373-374
- duodeno
 - anatomía, 326, 345-347
 - anatomía radiológica, 404f, 399
 - arterias, 347
 - atresia y estenosis, 358
 - desarrollo, 358-359
 - drenaje linfático, 347
 - inervación, 347

- ligamento suspensorio de, 347
- membrana mucosa y papilas, 346f, 347
- obstrucción, 377f, 363
- partes, 345-347
- traumatismo, 348
- venas, 347
- esfínter gastroesofágico, 339
- esófago, 326f-327f, 326
 - anatomía, 326f-327f, 326
 - arterias, 339f, 339
 - atresia, 358
 - corto congénito, 358
 - desarrollo, 358
 - drenaje linfático, 339
 - estenosis, 358
 - función, 339
 - inervación, 339
 - irrigación sanguínea, 339f, 339
 - relaciones, 339
 - venas, 339
- espacio retroperitoneal, 379f, 378, 379
- estómago
 - anatomía, 326f-327f, 326, 340-343
 - anatomía radiológica, 402f-403f, 399
 - arterias, 341-342
 - cáncer, 344
 - desarrollo, 358
 - drenaje linfático, 342
 - función del esfínter pilórico, 341
 - inervación, 343
 - localización y descripción, 340-341
 - relaciones, 341
 - rotación, 338f, 338
 - traumatismo, 344
 - venas, 342f, 342
- glándulas suprarrenales
 - anatomía, 328f, 328
 - desarrollo, 389
 - drenaje linfático, 387
 - inervación, 387
 - irrigación sanguínea, 387
 - localización y descripción, 387
 - traumatismo al nacimiento, susceptibilidad, 389
- hígado
 - anatomía, 326f-327f, 326, 368-369
 - biopsia, 370
 - conducto biliar, 370-371
 - desarrollo, 373-374
 - drenaje linfático, 369
 - inervación, 369
 - irrigación sanguínea, 369
 - ligamentos peritoneales, 369
 - localización y descripción, 331f, 368-369
 - relaciones, 369
 - traumatismo, 369-370

íleon

- anatomía, 327, 348-350
- anatomía radiológica, 402f-403f
- arterias, 349f, 348
- desarrollo, 362
- drenaje linfático, 350
- fibras nociceptivas, 350
- inervación, 350
- irrigación sanguínea, 343f, 349f, 348
- localización y descripción, 347f, 348
- membrana mucosa y papilas, 347
- reconocimiento, 350
- traumatismo, 350
- venas, 348

intestino delgado

- anatomía, 327f, 327f, 326-327, 345-350
- anatomía radiológica, 402f-403f
- desarrollo, 362
- fibras nociceptivas, 350
- mesenterio, 331, 348, 350
- reconocimiento, 350
- traumatismos, 350
- vs. intestino grueso, 355

intestino grueso

- anatomía, 327f, 327f, 327-328
- anatomía radiológica, 405f-406f, 402-403
- cáncer, 357
- vs. intestino delgado, 355

nódulo linfático, 395f, 394, 394

páncreas

- anatomía, 328f, 328, 374-375
- anular, 376
- cáncer, 375
- cola, esplenectomía, 375
- conductos pancreáticos, 375
- desarrollo, 376
- drenaje linfático, 375
- ectópico, 377
- enfermedad fibroquística congénita, 377
- inervación, 375
- irrigación sanguínea, 375
- relaciones, 374
- traumatismos, 375

peritoneo

- anatomía, 329-333
- bolsa omental, 332f, 329, 331
- desarrollo, 337f-338f, 337-338
- disposición, 329f-330f, 329
- espacios subfrénicos, 333f-334f, 332, 331
- funciones, 333f-334f, 332-333
- inervación, 332
- ligamentos peritoneales, 330f, 330, 369
- mesentéricas, 330f, 331
- omentos, 327f, 330f, 330-331
- parietal, 329, 332, 335

- pliegues
 - cecales, [333f](#), [331](#)
 - duodenales, [332f](#), [331](#)
 - intersigmoideos, [333f](#), [331](#)
- relaciones intraperitoneales y retroperitoneales, [329-330](#)
- surcos paracólicos, [332](#)
- visceral, [329](#), [332](#), [336](#), [341](#)
- plexo aórtico, [397f](#), [397](#)
- plexo lumbar, [396f](#), [395-396](#)
- recto, [326f-327f](#), [328](#)
- riñón
 - anatomía, [328f](#), [328](#)
 - anatomía radiológica, [407f](#)
 - cobertura, [380](#)
 - desarrollo, [384-387](#)
 - doble unilateral, [386](#)
 - drenaje linfático, [382](#)
 - en herradura, [386f](#), [386](#)
 - en roseta, [386](#)
 - estructura, [381f](#), [380-381](#)
 - inervación, [382](#)
 - irrigación sanguínea, [381f](#), [382f](#), [381-382](#)
 - localización y descripción, [379-380](#)
 - movilidad, [382](#)
 - pélvico, [386](#)
 - poliquístico, [386](#)
 - relaciones, [380](#), [381](#)
 - trasplante, [383](#)
 - traumatismo, [382](#)
 - tumores, [383](#)
- tronco simpático, [397f](#), [396](#)
- tubo digestivo
 - anatomía, [339-366](#)
 - anatomía radiológica, [399-407](#)
 - anomalías, [360f](#)
 - desarrollo, [359f](#), [360f](#), [361f](#), [362f](#), [363f](#)
 - drenaje venoso, [366](#)
 - irrigación sanguínea, [369](#)
 - órganos accesorios, [368-378](#)
- uréter
 - anatomía, [383-384](#)
 - anatomía radiológica, [409f-410f](#), [406](#)
 - anomalías congénitas, [387f](#)
 - bífida, [387f](#), [387](#)
 - cálculos, [384](#)
 - desarrollo, [384-387](#)
 - drenaje linfático, [384](#)
 - inervación, [384](#)
 - irrigación sanguínea, [384](#)
 - megalouréter, [387f](#), [387](#)
 - poscava, [387f](#), [387](#)
 - relaciones, [384](#), [384](#)
 - traumatismos, [384](#)
- válvula ileocecal, [351](#)
- vasos linfáticos, [394-395](#)

- vena cava inferior, 391
- vena mesentérica inferior, 366, 392
- vena porta, 392
- vesícula biliar
 - anatomía, 326f-327f, 326
 - anatomía radiológica, 408f
 - anomalías congénitas, 374f, 373-374
 - desarrollo, 373-374
 - drenaje linfático, 372
 - función, 371
 - inervación, 372
 - irrigación sanguínea, 365f, 371
 - relaciones, 347f, 371
- yeyuno
 - anatomía, 327, 348-350
 - anatomía radiológica, 402f-403f
 - arterias, 348
 - desarrollo, 362
 - drenaje linfático, 350
 - fibras nociceptivas, 350
 - inervación, 350
 - irrigación sanguínea, 349f, 348
 - localización y descripción, 347f, 349f, 348
 - reconocimiento, 350
 - traumatismo, 350
 - venas, 348
- vena esplénica, 366, 392
- vena mesentérica superior, 366, 392
- vías urinarias
 - anatomía, 379-384
 - anatomía radiológica, 409f-410f, 406-407
- Cavidad bucal, 667
 - dientes, 714-715
 - glándulas salivares, 722-725, 723f, 725f
 - labios, 712, 712f-713f
 - lengua, 715-717, 715f, 716t, 716f
 - paladar, 718-720, 719f, 720f, 721t
 - duro, 713
- Cavidad craneal, 613, 666, 667, 618-620
 - resonancia magnética, 763f
- Cavidad infraglótica, 740
- Cavidad laríngea, 740
- Cavidad medular, 9
- Cavidad nasal, 667, 732-734, 732f, 733f, 734f
 - drenaje linfático, 734
 - exploración, 734
 - inervación, 733
 - infección, 734
 - irrigación sanguínea, 734
 - membrana mucosa, 733
 - paredes, 733
- Cavidad orbitaria, resonancia magnética, 763f
- Cavidad pélvica, 417, 426
 - anatomía, 417, 418f
 - anatomía de secciones transversales, 473, 474f-475f

- anatomía radiológica, 471-473, 471f-473f
- colon sigmoide
 - anatomía, 440, 441f-442f
 - anatomía radiológica, 473
 - variaciones en longitud y localización, 441
- conducto deferente, 448f, 449f, 453
- conducto eyaculador, 453, 454f
- fascia pélvica visceral, 455
- órganos genitales internos de la mujer, 458-471
- ovarios
 - drenaje linfático, 459
 - forma y tamaño, 458, 459f
 - función, 459
 - inervación, 459, 459f
 - irrigación sanguínea, 459
- peritoneo, 455, 470-471
- próstata
 - drenaje linfático, 455
 - estructura, 453, 454f
 - inervación, 455
 - irrigación sanguínea, 455
- Cavidad pélvica
 - función, 455
 - localización, 443f-444f, 453-454
 - relaciones, 443f-444f, 454
- recto
 - anatomía radiológica, 473
 - drenaje linfático, 444
 - estructura, 443
 - inervación, 444
 - irrigación sanguínea, 443-444
 - localización, 443, 443f-444f
 - relaciones, 443
- trompa uterina
 - diferentes partes de, 461, 462f
 - drenaje linfático, 461
 - función, 461
 - inervación, 461
 - irrigación sanguínea, 461
 - localización, 461
- tubo digestivo, 440-444
- uréter, 448-449, 448f
- uretra prostática, 455
- útero
 - drenaje linfático, 464
 - en el embarazo, 466
 - en el parto, 466
 - estructura, 462f, 464
 - función, 464
 - inervación, 464
 - irrigación sanguínea, 464
 - localización, 444f, 459f, 464
 - posiciones, 464
 - posmenopáusica, 466
 - prepuberal, 466

- relaciones, [464](#)
- soporte, [464-466](#)
- vagina
 - drenaje linfático, [469](#)
 - función, [469](#)
 - inervación, [469](#)
 - irrigación sanguínea, [469](#)
 - localización y descripción, [444f](#), [459f](#), [465f](#), [468](#)
 - relaciones, [468](#)
 - soporte, [469](#)
- vejiga urinaria
 - base, [449](#)
 - desarrollo, [456](#)
 - drenaje linfático, [450](#)
 - hombre, [449-450](#), [449f](#)
 - inervación, [450](#)
 - irrigación sanguínea, [450](#)
 - localización y descripción, [443f-444f](#), [449](#)
 - micción, [450-451](#)
 - mujer, [444f](#), [450](#)
 - vértice, [449](#)
- vesículas seminales, [443f-444f](#), [453](#)
- Cavidad pericárdica, [241-242](#), [256f-259f](#)
- Cavidad peritoneal, [36-37](#), [329](#), [334-335](#)
- Cavidad pleural, [36-37](#), [37f](#), [220](#), [222](#)
- Cavidad timpánica, [666](#), [705-706](#)
- verdadera, [705](#)
- Cavidad torácica, [220](#), [225](#)
 - anatomía, [440f](#)
 - bronquios, [226f](#), [227f](#), [230](#), [230f](#)
 - corazón, [243-254](#) (*Véase también* Corazón)
 - diámetro, [236](#)
 - durante la espiración, [238](#)
 - durante la inspiración, [236](#)
 - esófago, [266](#)
 - mediastino, [220-221](#), [220f-221f](#)
 - pericardio, [241-242](#), [255](#)
 - pleura, [36-37](#), [37f](#), [221f](#), [222-223](#), [223f-224f](#)
 - pulmón, [231-238](#), (*véase también* Pulmón)
 - timo, [268](#)
 - tórax (*véase* Tórax)
 - tráquea, [225-230](#), [226f](#)
- Cecostomía, [357](#)
- Cefalea, después de una punción lumbar, [74](#)
- Celdillas neumáticas mastoideas, [709-710](#)
- Celoma intraembrionario, [39](#)
- Células de la granulosa, [460](#)
- Células germinales primordiales, [460](#)
- Células oxífilas, [755](#)
- Células parafoliculares, [753](#)
- Células principales, [755](#)
- Centro cartilaginoso, [52f](#), [53-54](#)
- Cerebelo, [649](#)
- Cerebro, [647f](#), [647-648](#)
- Cerumen, [704](#)

Cesárea de urgencia, 466-467
Ciática, 72-73, 604
Ciclo cardíaco, 253
 acontecimientos en, 254, 254t
Ciego
 anatomía, 351f, 327-328, 328, 350-351
 arterias, 351f, 351
 desarrollo, 359
 drenaje linfático, 351
 inervación, 351
 proyecciones en la superficie, 322
 relaciones, 351
 sin descender, 364
 traumatismo, 357
 venas, 352
Cifosis, 51, 210
 por enfermedad, 51
 senil, 51
Cigoto, 39
Circulación colateral, 34, 603
Círculo arterial cerebral, 646, 649, 681
Círculo nodular pericervical, 686-687
Circuncisión, 499
Circunducción, 58, 576
 definición, 6
Cirrosis, 267, 340, 350
Cirugía
 de derivación coronaria, 536
 de hígado, 369
 transnasal, 734
Cisterna(s)
 del quilo, 36, 263-264, 395, 678
 lumbar, 69
 subaracnoideas, 645
Cistitis, 455-456, 503
Cistocele, 430, 469
Cistouretrografía, 507f-508f, 507
Claudicación intermitente, 603
Clavícula, 88-89, 211
 extremidad acromial, 88-89
 extremidad esternal, 88f-89f, 88-89
 fractura, 89
 tubérculo conoide, 88-89
Clitoris, 505f-506f, 505
 anatomía, 494f, 496f, 501f, 500
 cuerpo, 501f, 500
 erección, 502
 frenillo, 510
 glande, 501f, 500
 localización, 501f, 500
 raíz, 501f, 500
Cloaca, 491
Coanas, 616, 726, 732
Coartación de la aorta, 259f, 261-262
Coccidia, 429

Cóccix, [417f](#), [423f](#), [423f](#), [436f](#), [416](#), [419](#), [436](#), [481f](#), [507](#), [528f](#), [598f](#), [597](#)
 anatomía, [46f](#), [47f](#), [50](#), [83](#)
 fractura, [429](#)
 Cóclea, [711](#), [711](#)
 Codo, fosa cubital, [111f-112f](#), [111](#)
 Codo de tenista, [130](#)
 Cola axilar, [187](#)
 Cola de caballo, [65f](#), [69f](#), [65](#)
 Colectectomía, [372](#)
 Colectitis aguda, [372](#)
 Colectoquinina, [371](#)
 Cólico
 biliar, [372](#)
 renal, [382](#), [384](#)
 Colículos
 inferiores, [649](#)
 superiores, [649](#)
 Colon
 anomalías, [364](#)
 ascendente, [326f-327f](#), [328](#), [352-353](#)
 anatomía, [322](#), [328](#)
 desarrollo, [359](#)
 descendente, [326f-327f](#), [328](#), [354-355](#)
 anatomía, [322](#), [328](#)
 desarrollo, [362](#)
 sigmoide
 anatomía, [326f-327f](#), [328](#), [440](#)
 anatomía radiológica, [473](#)
 cáncer, [441](#)
 desarrollo, [362](#)
 drenaje linfático, [440](#)
 inervación, [440](#)
 irrigación sanguínea, [440](#)
 relaciones, [440](#)
 variación en longitud y localización, [441](#)
 sin descender, [364](#)
 transverso, [326f-327f](#), [328](#), [353-354](#)
 anatomía, [322](#), [328](#)
 desarrollo, [362](#)
 traumatismos, [357](#)
 Colonoscopia, [355](#), [442](#)
 Colostomía, [357](#), [442](#)
 Columela, [711](#)
 Columna vertebral. *Véase también* Vértebra
 anatomía radiológica, [76-79](#), [77f-80f](#)
 articulaciones
 atlantoaxoidea, [54-55](#), [56f](#)
 atlantooccipital, [54](#), [56f](#)
 entre dos arcos vertebrales, [55f](#), [57](#)
 entre dos cuerpos vertebrales, [55-57](#), [55f](#)
 inervación, [57](#), [57f](#)
 cóccix, [47f](#), [50](#)
 composición, [45-46](#), [46f](#), [47f](#)
 curvaturas, [84](#)
 anómalas, [51](#)

- en diferentes edades, 50, 50f
 - desarrollo, 51-53
 - disco intervertebral, 55, 55f, 57
 - dislocación, 59, 59f
 - espondilolistesis, 60
 - fractura, 59-60, 59f
 - movimientos, 57-58, 58t
 - músculos, 60-62
 - radiografía anteroposterior, 77f-80f
 - radiografía lateral, 78f
 - resonancia magnética, 76-79, 83f
 - sacro, 47f, 49-50
 - tomografía computarizada, 76-79, 82f
 - vista lateral, 47f
- Columnas anales, 483, 489
- Columnas renales, 380
- Commotio cordis*, 250
- Compartimento perineal superficial
 - anatomía, 492f, 493, 494f
 - hombres, 487f, 492f, 496f, 497
 - mujeres, 482f, 494f, 501f, 502
- Compresión clavicular
 - de la arteria subclavia, 89
 - de la vena subclavia, 89
 - del plexo braquial, 89
- Concha, 703-704
- Condilar, 620
- Cóndilo(s)
 - lateral, 519, 520f, 594f
 - medial, 516, 519, 520f
 - occipitales, 618
- Conductillo lagrimal, 650, 652-653
- Conducto, 733
 - accesorio del páncreas, 375
 - arterioso permeable, 259f, 262
 - atrioventricular, 255-256
 - biliar accesorio, 374f, 374
 - carotídeo, 617, 620, 681, 706
 - central de la médula espinal, 649
 - cervical, 464
 - cístico
 - anatomía, 347f, 372, 373-374
 - desarrollo, 373-374
 - coclear, 711, 712
 - de Gartner, 458
 - de la glándula salivar parótida, 713
 - de los aductores, 533f, 599f, 541-542, 599-600
 - de Schlemm, 663
 - deferente, 301, 318-319, 449-450
 - anatomía, 297, 448f, 449f, 453
 - arteria a, 434
 - del epidídimo, 458
 - del epoóforo, 458
 - del paroóforo, 458
 - endolinfático, 712

externo, 499, 499, 505, 507-508
 eyaculador, 454f, 453, 453
 faringotimpánico, 708
 femoral, 542f, 542, 599
 hepático, 370
 hepático común, 370
 hialoideo, 663
 hipogloso, 618, 620
 iliotibial, 525, 527f, 532, 600f
 incisivo, 623
 inferior, 733
 lateral, 711
 linfático derecho, 687
 mandibular, 623
 medio, 733
 mesonéfrico, 456-458, 457f-458f
 destino de, 456-458
 nasal inferior, 653
 nasolagrimal (óseo), 653, 733
 nasolagrimal (aparato lagrimal), 655
 óptico, 618, 620, 655
 pancreático, 370, 370f-371f, 372, 375
 paramesonéfrico, 460f-461f, 467
 parotídeo, 722-724, 765, 769
 lesión, 724
 pilórico, 340-341, 341f
 portal, 369
 posterior, 711
 pterigoideo, nervio del, 620, 667
 pudiendo, 483f, 487, 504
reuniens, 712
 semicircular superior, 711
 submandibular, 713, 724, 769
 subsartorio, 533f, 541-542, 599-600, 599f
 superior, 733
 timpanomastoideo, 706
 tirogloso, 715, 752
 torácico, 36, 263-264, 678, 687
 uretral, 507-508
 externo, 495f, 496
 urinario externo, 495f, 509f, 496, 507-508
 utriculosacular, 712
 venoso, 369
 vitelino, 359, 361f, 362-363, 363f
 anatomía, 308-309
 vitelointestinal persistente, 363
 Conductos alveolares, 226f, 234
 Conductos biliares
 accesorios, 374f, 374
 anatomía, 370f-371f, 347, 370-371
 anomalías congénitas, 374f, 373
 cáncer, 375
 desarrollo, 373-374
 entrada en el duodeno, 376-377
 Conductos lagrimales, 652-653

- Conductos linfáticos, [36](#)
- Conductos semicirculares
 - membranosos, [711](#)
 - óseos, [711](#)
 - tres, [711](#)
- Conductos sublinguales, [725](#)
- Confluencia de los senos, [645](#)
- Conjuntiva, [650](#), [650-651](#)
- Conmoción, [650](#)
- Cono
 - arterioso, [258](#)
 - de luz, [704](#)
 - medular, [64](#)
- Constrictor de la pupila, [662](#)
- Contractura de Dupuytren, [122](#)
- Contralateral, definición, [3](#)
- Contusión, [650](#)
- Corazón
 - acción, [253-254](#)
 - agrandamiento, [216](#)
 - anatomía, [216](#), [216f](#), [243-254](#)
 - anomalías congénitas, [240](#)
 - atrio
 - derecho
 - derecho, aberturas hacia, [246](#)
 - vestigios fetales, [245f](#), [257f](#), [259f](#), [246](#)
 - izquierdo, [242f](#), [244f](#), [246-247](#)
 - aberturas hacia, [247](#)
 - base (superficie posterior), [244f](#), [245](#)
 - borde
 - derecho, [216](#)
 - inferior, [216](#)
 - izquierdo, [216](#)
 - superior, [216](#)
 - bordes, [244f](#), [245](#)
 - cámaras, [243-244](#)
 - desarrollo del tubo, [255-256](#)
 - drenaje venoso, [252](#)
 - esqueleto, [246-249](#)
 - esqueleto fibroso cardíaco, [247-248](#)
 - estructura, [245-248](#)
 - inervación
 - extrínseca, [248](#)
 - intrínseca, [248-249](#)
 - irrigación arterial, [250-251](#)
 - anastomosis, [251](#)
 - arteria coronaria derecha, [250-251](#)
 - arteria coronaria izquierda, [251](#)
 - variaciones, [251](#)
 - orientación, [244-245](#)
 - posición, [216](#)
 - proyecciones en la superficie, [216](#), [216f](#)
 - sistema de conducción
 - fallo, [250](#)
 - haz atrioventricular, [249](#)

- nodo atrioventricular, 249
- nodo sinusal, 249
- ramos del haz, 249
- ramos subendocárdicos, 249
- vías de conducción internodales, 249
- superficie anterior (esternocostal), 243f, 245
- superficie diafragmática, 248, 251
- ventrículo
 - derecho, 245f, 246
 - izquierdo, 244f, 247
- vértice, 216, 245
- Corazón fetal normal, 259f
- Cordón espermático, 297-299, 299f, 300f
 - cobertura, 286f, 298-299
 - estructuras, 297-298, 299f, 300f
- Cordones sexuales, 460
- Córnea, 660
- Cornetes
 - inferiores, 614-616
 - medios, 614-616
 - superiores, 614-616
- Cornetes nasales
 - inferiores, 733
 - medios, 733
 - superiores, 733
- Coroides, ojo, 660, 661
- Corona, 493f, 496, 507-508
 - del diente, 714
- Coronariopatía, 208, 253, 253t
- Correr (actividad física), 590
- Corrugador, 636
- Corteza, 647, 649
- Costilla
 - anatomía, 194f, 195-196, 196f
 - articulaciones, 198-199
 - cabeza, 195, 197f
 - articulaciones, 196f, 198-199
 - cervical, 197
 - contusión, 198
 - cuello, 195
 - escisión, 197
 - falsa, 195
 - flotante, 195
 - fractura, 198
 - identificación, 213
 - movimientos, 199
 - primera, 195-196, 196f, 198-199
 - quinta, 196f
 - típica, 195-196, 195f-196f
 - tubérculo, 195
 - articulaciones, 196f, 199
 - verdadera, 195
- Costillas accesorias, 53
- Cráneo, 626-627, 627f
 - adulto, 614-620

anatomía radiológica, 755, 755f, 756f, 757f
 base, 613, 613f, 618-620, 619f
 aberturas, 620, 621t
 anatomía, 618-620
 fosa craneal anterior, 618
 fosa craneal media, 618-620
 fosa craneal posterior, 620
 bóveda, 613, 618
 cavidad craneal, 618-620
 fracturas, 621-622
 hueso, 613
 mandíbula, 622-626, 623f
 meninges, 640-645, 641f-642f
 neonatal, 626-627, 627f
 posición anatómica de, 613
 resonancia magnética, 761f
 senos venosos, 645-646
 tomografía computarizada, 756, 760f
 vista anterior, 613f, 614-616
 vista inferior, 616-618, 617f
 vista lateral, 615f, 616
 vista posterior, 615f, 616
 vista superior, 616
 Cresta(s)
 bulbares, 258
 ilíaca, 46f, 83-84, 318, 435, 435f, 435f-436f, 436f, 515f, 516
 infratemporal, 616
 intertrocantérica, 516
 láctea, 104
 occipital interna, 620
 pública, 287f, 318, 417f, 418f, 420-421, 435, 436f, 516
 sacra media, 83, 435, 597
 superciliares, 764
 supracondileas, 516, 517f
 lateral, 516, 517f
 medial, 516, 517f
 suprameática, 618
 terminal, 245-246
 uretral, 454f, 455
 Cretinismo, 753
 Cricotiroidotomía, 747f, 747
 Criptas amigdalinas, 730
 Criptorquidia, 304
Crista galli, 618
 Cuádriceps, mecanismo del, 537, 541f
 Cuádriceps femoral, 540t
 acción, 537, 541f
 como estabilizador de la rodilla, 540
 Cuarta bolsa faríngea, 754-755
 Cuarto ventrículo, 649, 649
 anatomía de superficie
 cara anterior, 766-768, 766f, 767f
 cara lateral, 768-769
 cara posterior, 768, 769f
 arteria, 678-682, 678f

- sistema carotídeo, 678-681, 678f, 679f
- sistema subclavio, 681-682
- drenaje linfático, 686-687
 - círculo pericervical, 686-687
 - nódulos cervicales profundos, 687
 - nódulos cervicales regionales, 687
- escaleno anterior, 675-676
- esternocleidomastoideo, 673
- estructuras de la línea media, 746
- fascia cervical profunda
 - capa antevertebral, 676
 - capa de revestimiento, 676
 - capa pretraqueal, 676
 - ligamentos cervicales, 676
 - vaina axilar, 676
 - vaina carotídea, 676
- fascia profunda, importancia clínica, 677
- fascia superficial, 668-673
- infección de espacios fasciales, 677
- músculos, 671t, 673-676, 673f-675f
- nervios cutáneos, 668-669
- piel, 668-673
- platisma, 669, 670f
- raíz, 678
- triángulo anterior, 673f-675f, 676
- triángulo muscular, 676
- triángulo posterior, 669f, 676
- venas, 682-683
 - extracraneal, 683
 - intracraneal, 682
- Cuello, 668-678
- Cuello de saco, 512
- Cuello del útero, 464
 - cavidad de, 464
 - partes vaginales de, 464
- Cuerda del tímpano, 724
 - nervio, 665-666, 668, 703, 706, 710
- Cuerdas, 700-701
 - movimiento, 741f, 741-742
- Cuerdas tendinosas, 246
- Cuerdas vocales, 738-739
 - relajación de, 741
 - tensión de, 741
- Cuerno
 - inferior, 737
 - superior, 737
- Cuernos del cóccix, 419
- Cuernos del sacro, 419
- Cuernos grises
 - anteriores, 25
 - posteriores, 25
- Cuernos menores, 628
- Cuero cabelludo
 - capas, 628
 - drenaje linfático, 631-632, 631f

- drenaje venoso, [631](#), [631f](#)
- estructura, [628](#)
- hemorragia, [632](#)
- importancia clínica, [632](#)
- inervación, [629](#)
- infecciones, [632](#)
- irrigación arterial, [629-630](#), [631f](#)
- laceraciones, [632](#)
- músculos, [628-629](#), [629f](#), [630t](#)
- Cuerpo adiposo, [13](#)
 - retropúbico, [450](#)
- Cuerpo anococcígeo, [422](#), [483](#)
- Cuerpo calloso, [647](#)
- Cuerpo carotídeo, [679](#)
- Cuerpo ciliar, ojo, [660](#), [661-662](#)
- Cuerpo de la hernia, [543](#)
- Cuerpo del esfenoides, [618](#)
- Cuerpo esponjoso, [493f](#), [495f](#), [496f](#), [496](#), [505](#)
- Cuerpo extraño
 - anorrectal, [490](#)
 - aspiración, [231](#)
- Cuerpo perineal, [422](#), [444f](#), [446](#), [464-465](#), [497](#), [502](#), [504](#)
- Cuerpo vertebral
 - articulaciones entre, [55-57](#), [55f](#)
 - fractura anterior por compresión, [59](#)
 - fracturas por compresión vertical, [60](#)
 - mesenquimatoso, [51](#), [52f](#), [53](#)
 - vista posterior de, [72f](#)
- Cuerpo vítreo, [660](#), [663](#)
- Cuerpos cavernosos, [493f](#), [495f](#), [496](#), [500](#)
- Cuerpos extraños, [728](#)
- Cuerpos mamilares, [648](#)
- Cuerpos ultimobranquiales, [753](#)
- Culdocentesis, [469](#)
- Cúpula cervical de la pleura, [678](#)
- Curvas cervicales, [50](#)
- Curvatura
 - mayor, [340-341](#), [358](#)
 - menor, [340](#)
- Curvaturas
 - lumbares, [50](#)
 - primarias, [50](#)
 - sacroccógeas, [50](#)
 - secundarias, [50](#)
 - torácicas, [50](#)
- Cúspides semilunares, [246](#)

D

- Decusación de las pirámides, [649](#)
- Dedo de martillo, [137](#)
- Dedo del pie
 - coartación, [592](#)
 - en garra, [592](#)
 - pulgar, articulación metatarsofalángica, [587](#)

- Dedo en gatillo, 135
- Dedos cabalgantes, 592
- Dedos en garra, 592
- Defecación, 487
- Defecto del septo ventricular, 259
- Deformidad en ojal (*boutonnière*), 137
- Deglución, 728
- Dehiscencia de Killian, 728
- Deltoides, 584
- Dermatomioma, 51
- Dendrita, 24-25
- Dentadura permanente, 714
- Depresión, 717
 - de la mandíbula, 626
 - movimientos oculares, 658
 - músculos laríngeos, 740
- Dermatomas, 30, 52f, 51
 - torácicos, 266
 - y nervios cutáneos, 143
- Dermis, 6
- Derrame pleural, 225
- Desviación del septo, 734
- Diáfisis, 9, 12, 13
- Diafragma
 - aberturas, 203
 - acción, 203
 - anatomía, 194f, 202f, 202-203
 - desarrollo de, 204
 - descenso, 203
 - forma, 194f, 203
 - funciones, 203
 - hernia, 204
 - inervación, 203
 - lesión penetrante, 204
 - parálisis, 204, 700
 - porción costal, 202-203
 - porción esternal, 202-203
 - porción vertebral, 202-203
- Diafragma de la silla, 643, 749
- Diafragma pélvico, 422-424, 423f
- Diafragma urogenital, 492f, 493-495, 494f
- Diálisis peritoneal, 336
- Diencéfalo, 641f-642f, 648
- Diente del axis, 49, 49f, 54
 - anatomía, 77f-80f
 - fractura, 59f, 60
- Dientes, 714-715
 - y senos maxilares, 666-667
- Díploe, 10, 614
- Diplopia, 622, 664
- Disco articular, 625f, 624-625
- Disco del nervio óptico, 663
- Disco embrionario, 39
- Disco intervertebral, 51, 52f, 280-281, 281f
 - componentes, 55, 56t

- estructura, 55, 55f
- función, 57
- hernia, 71-73, 72f, 73t
- ligamentos, 58t
- Disección en bloque, 687
- Disfagia, 340
- Dislocación
 - acromioclavicular, 164
 - de articulación, 17
 - del hueso *lunatum*, 98
 - patelar, 521
- Dispareunia, 459
- Distal, definición, 3
- Distensibilidad pulmonar, pérdida, 239
- Divertículos, 441
 - de Meckel, 309, 364, 377
 - intestinales, 363
- Diverticulosis, 357
 - de la arteria meníngea media, 646
 - tronco, 700-701
- División anterior
- División parasimpática
 - aferencia visceral, 29
 - eferencia craneal, 29
 - eferencia craneosacra, 29
 - eferencia medular, 29
 - nervios espláncnicos, 29
- División simpática
 - cadena simpática, 27
 - eferencia toracolumbar, 27
 - ganglio impar, 27
 - ramos comunicantes blancos, 27
 - vías de distribución, 29t
- Divisiones, 700-701
 - posteriores, 700-701
- Dolor
 - abdominal, 293, 397-399
 - cardíaco, 248
 - de raíz nerviosa, 57, 71
 - gástrico, 344
 - peritoneal, 335-336
 - renal, 383
 - torácico, 206, 265-266
 - somático, 266
 - visceral, 266
 - visceral, 336, 336f, 352, 357, 398
- Dominancia
 - derecha, arteria interventricular posterior, 251
 - izquierda, arteria interventricular posterior, 251
- Dorsal, definición, 3
- Dorsiflexión, 5-6, 557, 585
- Dorso de la silla, 620
- Drenaje linfático faríngeo, 730
- Drenaje postural, 239
- Duodeno

- anatomía, 326, 345-347
- anatomía radiológica, 404f, 399
- arterias, 347
- atresia y estenosis, 358
- desarrollo, 358-359
- drenaje linfático, 347
- inervación, 347
- ligamento suspensorio de, 347
- membrana mucosa y papilas, 346f, 347
- obstrucción, 377f, 363
- partes, 345-347
- proyecciones en la superficie, 322
- traumatismos, 348
- venas, 347
- Duramadre, 25
 - encéfalo, 641f-642f, 640-645
 - médula espinal, 55f, 63f, 65f, 75f, 63, 67, 68

E

- Ecografía, 42
 - pelvis de la mujer, 476f-477f
 - útero, 476f, 477f
- Ectodermo, 39, 714
 - del proctodeo, 483
- Ectromelia, 178f, 177, 591f, 591
- Edad
 - cambios torácicos, 210
 - efecto sobre la estructura, 37-38
- Edema de la mucosa laríngea, 743-744
- Edema inguinal lateral, 717
- Elasticidad pulmonar, pérdida, 239
 - de la mandíbula, 626
 - movimientos oculares, 658
 - músculos laríngeos, 740
- Elevación
 - de trompas, 726-727
- Embarazo
 - calostro, 101
 - cambios en las articulaciones pélvicas, 424
 - de término, 466
 - ectópico, 462, 463f
 - exploración rectal, 491f
 - hemorroides, 466
 - posdestete, 101-102
 - tardío, 101
 - temprano, 100
 - útero, 322, 466
 - venas varicosas, 466
 - vulva, 503
- Embriología, 39
- Eminencia
 - arqueada, 620
 - hipobranquial, 717, 752
 - hipotenar, 137

- intercondílea, 519, 520f
- piramidal, 706
- tenar, 137
- Empiema, 225
- Encéfalo
 - aracnoides, 613f, 645
 - cerebro, 647f, 647-648
 - diencefalo, 641f-642f, 648
 - duramadre, 640-645
 - herniación después de una punción lumbar, 74-75, 646
 - irrigación sanguínea, 649
 - mesencefalo, 649
 - nervios craneales (*Véase* Nervios craneales)
 - partes, 647f
 - piamadre, 645
 - rombencefalo, 649
 - venas, 682
 - ventrículo, 649
- Encías, 714
- Encordamiento peneano, 506f, 505
- Endocardio, 245
- Endodermo, 39, 714
 - del intestino posterior, 483
- Endolinfa, 711
- Endometrio, 464
- Endostio, 628
- Enema con bario, 473
- Enfermedad articular sacroilíaca, 73, 424
- Enfermedad cardíaca valvular, 254
- Enfermedad de Addison, 388
- Enfermedad de Hirschsprung, 446, 448f
- Enfermedad de Raynaud, 158, 265
- Enfermedad fibroquística del páncreas, 377
- Enfermedad pancreática, diagnóstico, 375
- Enfermedad pélvica inflamatoria, 462
- Enfermedad pulmonar, dolor, 238
- Enfermedades de la mano y preservación de la función, 176
- Enfisema subcutáneo, 222, 238
- Enoftalmía, 703
- Ensanchamiento de la abertura, 741
- Epicardio, 241-242, 245
- Epicóndilo
 - lateral, 516, 517f
 - medial, 516, 517f, 594f
- Epicráneo, 628-629
- Epidermis, 6, 8
- Epidídimo, 509
 - anatomía, 299f, 319, 301
 - drenaje linfático, 300f, 301
 - irrigación sanguínea, 301
- Epífisis, 9, 13
- Epigastrio, 319
- Epiglotis, 739
- Epímeros, 70
- Epimisio, 19-20

Epineuro, 68
 Episiotomía, 491f, 504
 Epispadias, 506f, 505
 Epistaxis, 621, 734
 Epitelio cilíndrico, 483
 Epitelio cúbico, 663
 Epitelio germinal, 458
 Epitelio plano estratificado, 483
 Equinovaro, 605f, 604
 Erección después de una lesión medular, 500
 Erector del pelo, 7f, 7
 Escaleno anterior, 195-196
 Escápula, 84f, 213

- acromion, 83
- ángulo inferior, 83, 89-90
- ángulo lateral, 89-90
- ángulo superior, 83, 89-90
- borde lateral (axilar), 89-90
- borde medial, 83
- borde superior, 89-90
- borde vertebral (medial), 89-90
- cavidad/fosa glenoidea, 90
- escotadura, 89-90
- espina, 83, 90, 213
- fosa infraespinosa, 90
- fosa subescapular, 90
- fosa supraespinosa, 90
- inserciones musculares y ligamentosas, 90f
- palpación, 75, 83
- proceso coracoides, 90
- rodete glenoideo, 90
- superficie costal (ventral, anterior), 90
- superficie dorsal (posterior), 90
- tubérculo infraglenoideo, 90
- tubérculo supraglenoideo, 90

 Escápula alada, 91, 91f
 Esclera, 660
 Esclerotomo, 51
 Escoliosis, 51, 51f
 Escotadura

- acetabular, 515f, 516, 574
- angular, 340
- cardíaca, 215, 232
- ciática, 516
 - mayor, 514f-515f
 - menor, 516
- esfenopalatina, 733
- intercondílea, 516
- mandibular, 623
- supraorbitaria, 614, 634, 655, 765
- supraescapular, 144
- supraesternal, 193-194, 211, 211f-213f, 768
- tentorial, 641-643
- tiroidea, 737
- vertebral, 48

- inferior, 48
 - superior, 48
- Escroto
 - alteraciones clínicas, 301
 - anatomía, 286*f*, 299*f*, 300
 - desarrollo, 505*f*-506*f*
 - drenaje linfático, 300, 300*f*, 497
 - estructura, 497
 - inervación, 497
 - irrigación sanguínea, 497
 - localización, 497
 - piel de, 492*f*, 508
- Esfínter
 - anal externo, 481*f*, 496*f*, 501*f*, 507, 486*t*
 - de Oddi, 370-371, 370*f*-371*f*
 - en la abertura, 741
 - externo, 483*f*, 485
 - gastroesofágico, 339
 - ileocecal, 351
 - interno, 485, 485*f*
 - pilórico, 341
 - pupilar, 660, 662-663
 - uretral, 486*t*, 494*f*, 498, 502
 - vaginal, 422
 - vesical, 450, 451*f*, 452*f*
- Esfínteres anales, 442*f*, 441, 483*f*, 484*f*, 485*f*, 485, 486*t*
 - bloqueo nervioso, 490
- Esófago, 326*f*-327*f*, 326, 731
 - anatomía, 326*f*-327*f*, 326
 - arterias, 339*f*, 339
 - atresia, 358
 - carcinoma, 268
 - constricciones, 267
 - corto congénito, 358
 - desarrollo, 358
 - drenaje linfático, 266, 339
 - estenosis, 358
 - función, 339
 - inervación, 266, 339
 - irrigación sanguínea, 266, 339*f*, 339
 - relaciones, 339
 - venas, 339
 - visualización con contraste, 271-272
- Esofagoscopia, 267
- Espacio(s)
 - cuadrangular, 106, 106*f*
 - de Parona, 135
 - extradural (epidural), 68
 - extraperitoneal, 331
 - fasciales, 677
 - intercostales, 200
 - masticatorios, 677, 677*f*
 - pleural, 222
 - pulposos de los dedos, 123
 - retrofaringeos, 677, 677*f*

- retromamario, 100
- retroperitoneal, 378-379, 379f
- retropúbico, 454
- subaponeurótico, 628
- subaracnoideo, 69, 75-76, 81f, 645
 - bloqueo, 75
 - mielografía, 76, 81f
- subfrénicos, 331-332, 333f-334f
- submandibulares, 677, 677f
- viscerales, 677, 677f

Espalda

- anatomía, 44-85, 46f
- anatomía de superficie, 46f, 61f, 84f, 79-84
- anatomía radiológica, 77f-80f, 76-79
- arterias, 63
- columna vertebral, 45-58 (*véase también* Columna vertebral)
- drenaje linfático, 64
- estructuras de la línea media, 46f, 84f, 79-83
- fascia profunda, 62
- inervación, 62
- irrigación sanguínea, 63f, 62-64
- médula espinal, 64-70, 74-75 (*véase también* Médula espinal)
- músculos, 61f, 60-62, 70, 61t
 - extrínsecos, 70
 - intrínsecos, 70
 - profundos, 61f, 60-62, 61t
 - retrovertebrales, 61f, 60-62, 61t
 - superficiales, 125t
- parte inferolateral, 83
- proyecciones en la superficie, 46f
- simetría, 84
- triángulo auscultatorio, 62
- triángulo lumbar, 62
- triángulos musculares, 62
- venas, 63f, 63-64
- y región escapular, 124-126, 125t, 125t

Espejo laríngeo, 744

Espina bífida, 53, 53f-54f

Espina ciática, 487, 504, 504f, 516

Espina del esfenoides, 616

Espina iliaca, 318

- anteroinferior, 514f-515f, 516
- anterosuperior, 318, 516, 596f, 597
- posterosuperior, 318, 516, 528f, 597, 598f
- posteroinferior, 516

Espina iliaca superior

- anterior, 294f, 318, 416, 418f, 420, 429, 429f-430f, 435, 435f-436f, 435f, 436f, 516, 596f, 597
- posterior, 318, 420, 435, 514f-515f, 515f, 516, 527f-528f, 528f, 597, 598f

Espina suprameática, 618

Espinas mentonianas, 623

Espiración

- cambios en los pulmones, 238
- forzada, 238
- silenciosa, 237-238

Esplenectomía, 375, 378

- Espondilolistesis, 60
- Esqueleto
 - apendicular, 9
 - axial, 9
 - craneal, 613
 - facial, 613, 614
- Estenosis
 - de conducto, 505
 - del conducto vertebral, 73
 - pilórica (hipertrofia congénita), 358
- Esternón
 - anatomía, 193-195, 194^f
 - articulaciones, 199
 - biopsia de médula ósea, 194
 - cartílagos costales con articulaciones, 199
 - cuerpo, 193-194
 - desarrollo, 195
 - fractura, 198
- Estómago
 - anatomía, 326, 326^f-327^f, 340-343
 - anatomía radiológica, 399, 402^f-403^f
 - arterias, 341-342
 - cáncer, 344
 - desarrollo, 358
 - drenaje linfático, 342
 - función del esfínter pilórico, 341
 - inervación, 343
 - inervación simpática, 343
 - localización y descripción, 340-341
 - proyecciones en la superficie, 322
 - relaciones, 341
 - rotación, 338, 338^f
 - traumatismo, 344
 - venas, 342, 342^f
- Estomodeo, 637, 714
- Estrabismo, 664
 - concomitante convergente, 664
- Estrechamiento de la abertura, 741
- Estría primitiva, 39
- Estrías ciliares, 661
- Estribo, 708
 - músculo del, 708
- Estrógenos, 459
- Estroma ovárico, 460
- Estructuras musculoesqueléticas y neurovasculares, 104-106
 - huesos de la espalda, 105^f-106^f
 - músculos superficiales y profundos de la espalda, 105^f
- Etmoides
 - huesos, 735
 - lámina perpendicular de, 614-616
 - senos, 737, 736
- Eversión, definición, 6, 557, 586
- Exoftalmía, 621
- Expansión del extensor del pie, 557
- Exploración

- anorrectal, 490
- rectal, 436, 491f
- vaginal, 436
- Extensión, definición, 5, 57, 557, 576
- Externo, definición, 3
- Eyaculación, después de una lesión medular, 500
- Eyaculación retrógrada, 498-499

F

- Falanges, 98, 521, 523f, 524
- Fallo de fusión del conducto paramesonefrico, útero después de, 467
- Faringe, 726f
 - alimentos y vía aérea, 728-730
 - amígdalas, 730
 - bucofaringe, 728
 - deglución, 730
 - drenaje linfático, 727
 - inervación sensitiva de la mucosa, 727
 - irrigación sanguínea, 727
 - laringofaringe, 727-728, 729t, 729f
 - músculo, 726-727, 726f
 - nasofaringe, 727, 727f
- Faringe, bolsa, 726-727
- Fascia, 8f, 8-9
 - bulbar, 658
 - cervical
 - ligamentos, 427
 - profunda
 - capa antevertebral, 676
 - capa de revestimiento, 676
 - capa pretraqueal, 676
 - ligamentos cervicales, 676
 - vaina axilar, 676
 - vaina carotídea, 676
- cremastérica, 285
- cribiforme, 532-533
- cuadrada lumbar, 291
- de Buck, 496
- de Camper, 283, 492f, 492
- de Colles, 283, 492f, 492-493
- de Denonvilliers, 454
- de Scarpa, 283, 492-493
 - infección, 9
 - profunda, 8-9
 - superficial, 8
- del psoas, 291, 305
- diafragmática, 291
- endotorácica, 200, 202, 199
- espermática, 285, 296, 299
- extraperitoneal, 293
- ilíaca, 291
- orbitaria, 655
- pélvica, 427
 - parietal, 427, 428f

- visceral, 427
- profunda, 62, 532
- renal, 380, 388
- superficial, 6, 492-493, 492f
- toracolumbar, 62, 62f
- transversa, 291-293
- Fascículo
 - inferior, 700-701
 - lateral, 700-701
 - medial, 700-701
 - posterior, 700-701
 - superior, 700-701
- Fascitis plantar, 564
- Fémur
 - anatomía, 517f, 516
 - cabeza
 - dolor en, 517
 - irrigación arterial, 574f
 - ligamento, 574f
 - cuello
 - ángulo, 518
 - fracturas, 518
 - fracturas, 518f, 519f, 518
 - tercio distal del cuerpo, 518, 518
 - tercio medio del cuerpo, 518
 - irrigación sanguínea, 517
- Feocromocitoma, 388
- Fibra preganglionar parasimpática secretomotora, 710
- Fibras de músculo estriado, 19
- Fibras de Purkinje
- Fibras del gusto, 710
- Fibras del lente, 663
- Fibras nerviosas
 - aferentes, 26
 - eferentes (motoras), 25-26
 - sensitivas, 452
- Fibras posganglionares, 702
- Fibras viscerales aferentes, 450
- Fibrocartilago, 12
- Fibrosis pulmonar, 239
- Fíbula
 - anatomía, 520f, 520f, 520-521
 - cabeza, 601f, 600
 - fracturas, 521
- Fibular largo
 - tendón, 568f, 570t-571t
 - tenosinovitis y dislocación, 559
- Fílum terminal, 50f, 63f, 65f, 69f, 64, 69
 - externo, 69
 - interno, 69
- Fimosis, 499
- Fístula traqueoesofágica, 240, 241f
- Fístulas anales, 489f, 489
- Fisura
 - anal, 489f, 489

- bucal, 713
- cerebral longitudinal, 763
- escamotimpánica, 617
- horizontal del pulmón, 215, 231f
- longitudinal, 647
- medial, 649
- medial anterior, 64
- oblicua, pulmón, 220f-221f
- orbitaria
 - inferior, 616, 655
 - superior, 618, 655
- palpebral, 650
- pterigomaxilar, 616
- transversa, 649
- Fisuras del pulmón, 232, 233t
- Flexión, definición, 20, 57, 576, 581
 - lateral, 5-6, 58
 - plantar, 5-6, 557, 585
- Focomelia, 177, 178f
- Folículo piloso, 7
- Folículos, 753
 - primordiales, 460
- Fondo de saco de Douglas. *Véase* Fórnix rectouterino
- Fontanela, 626, 627, 763-764
 - anterior, 626-627, 763-764
 - anterolateral, 626-627
 - bregmática, 626-627
 - esfenoidal, 626-627
 - lambdoidea, 626-627
 - mastoidea, 626-627
 - posterior, 626-627, 763-764
 - posterolateral, 626-627
- Furúnculo, 8
- Foramen
 - ciático mayor, 417, 420, 420f, 422, 425, 487, 487f, 527
 - ciático menor, 417, 420, 421f-422f, 422, 425, 487, 487f, 527-528
 - ciego, 715, 752-753
 - esfenopalatino, 616
 - espinoso, 616, 619
 - estilomastoideo, 618
 - infraorbitario, 616, 634, 766
 - interatrial
 - primario, 256-257
 - secundario, 257
 - interventricular, 258, 648-649
 - intervertebral, 48, 55f, 71
 - magno, 618, 620
 - mandibular, 623
 - mentoniano, 623, 634
 - obturador, 425, 516
 - oval, 246, 257, 616, 619
 - palatino
 - mayor, 616
 - menor, 616
 - rasgado, 617, 619-620

- redondo, 616, 618
- supraorbitario, 614, 634
- timpánico, 706
- transverso, 49*f*, 48*t*
- vertebral, 46
- yugular, 618, 620
- Forámenes ciáticos, 516
- Forámenes cigomaticofaciales, 655
- Forámenes cigomaticotemporales, 655
- Forámenes etmoidales
 - anteriores, 655
 - posteriores, 655
- Forámenes sacros, 49-50
 - anteriores, 49-50, 419, 425
 - posteriores, 49-50, 419
- Fórnix perineal profundo
 - anatomía, 492*f*, 494*f*, 495, 495
 - hombres, 494*f*, 497-498, 497-498
 - mujeres, 494*f*, 502, 486*t*
- Fórnix rectouterino, 443, 458, 464, 470-471
- Fórnix rectovesical, 443, 449-450, 455
- Fórnix uterovesical, 444*f*, 450, 464, 470, 476*f*
- Fórnicas, 468
 - inferiores, 650-651
 - superiores, 650-651
- Fosa
 - acetabular, 574*f*, 516
 - craneal anterior, 618
 - fractura, 621
 - craneal media, 618-620
 - fractura, 621-622
 - craneal posterior, 618, 620
 - fractura, 622
 - cubital, 111*f*-112*f*, 111
 - digástrica, 623
 - glenoidea, 126
 - hipofisaria, 749
 - ilíaca, 281
 - infratemporal, 616, 665-667, 666*f*
 - isquioanal, 482, 487, 490, 495
 - isquiorrectal, 487, 490
 - maleolar, 520-521
 - mandibular, 617, 623-624
 - olecraniana, 91-92
 - oval, 246, 258
 - ovárica, 458
 - piriforme, 727-728, 739
 - poplíteo, 514, 549-552, 550*f*, 562, 600
 - anatomía, 549-552, 550*f*
 - contenido, 550*f*
 - estructuras profundas, 550*f*
 - límites, 549, 550*f*
 - proyecciones en la superficie, 601*f*
 - posterior, 487
 - ptergopalatina, 616, 667

- radial, 91-92
- subescapular, 90
- sublingual, 623
- submandibular, 623
- supraespinosa, 90
- temporal, 616, 665-666, 665f, 764
- terminal, 482f, 493f, 499
- Fosas craneales, 618
- Fosas olfatorias, 637
- Fosita de la cabeza del fémur, 516, 575
- Fosita suprameática, 618, 764
- Fóvea central, 663
- Fractura, 13
 - anterior por compresión, 59
 - arco cigomático, 622
 - craneal deprimida, 621
 - de Bennett, 98
 - de Colles, 96
 - de Galeazzi, 95-96
 - de Jefferson, 59f, 60
 - de la cabeza del húmero, 93
 - de Monteggia, 95-96
 - de Smith, 96
 - del ahorcado, 60
 - del proceso olecraniano, 96
 - fosa craneal
 - anterior, 621
 - media, 621-622
 - posterior, 622
 - hueso facial, 622
 - mandíbula, 623
 - maxilofacial, 622f, 622
 - nasal, 622
 - nasal, estallido, 664
 - del maxilar, 622
 - orbitaria por estallido
 - maxilar, 622
 - suelo orbitario, 664
 - sacroccoccígea, 429
 - subcapital, 518
 - trocantérica, 518
- Fracturas
 - de falanges, 98
 - escapulares, 91
 - maxilofaciales, 622, 622f
 - patelares, 521
 - pélvicas leves, 429
 - por avulsión, 429f-430f
 - por compresión vertical, 60
 - supracondíleas del húmero, 149
 - ulnares, 94
 - borde interóseo, 94
 - cuerpo, 94
 - escotadura radial, 94
 - escotadura troclear, 94

- inserciones musculares y ligamentosas, [95f](#)
- olécranon, [94](#)
- proceso coronoides, [94](#)
- proceso estiloides, [94](#)
- tuberosidad ulnar, [94](#)
- y fracturas radiales, [95-96](#)
- Frankfurt, plano de, [613](#)
- Frecuencia del sonido, [742](#)
- Frenillo, [496](#), [505](#), [507-508](#), [510](#), [637](#)
 - de la lengua, [713](#), [715](#), [717](#), [724](#)
 - labial, [712](#)
- Frote pericárdico, [243](#)
- Frote pleural, [225](#)
- Función de los esfínteres laríngeos, [741-742](#)

G

- Galactorrea neonatal, [102b](#)
- Gancho pterigoideo, [616](#), [719](#)
- Ganglio cervical
 - superficial, [687](#)
 - superior, [702](#)
 - nervios, [657](#)
 - ramo comunicante, [657](#)
- Ganglio ciliar, [656](#), [702](#), [657](#)
- Ganglio de la raíz posterior, [25](#), [64](#)
- Ganglio del trigémino, [620](#)
- Ganglio espiral, [712](#)
- Ganglio estrellado, [702](#)
- Ganglio geniculado, [710](#)
- Ganglio impar, [27](#)
- Ganglio ótico, [665-668](#), [702-703](#), [724](#)
- Ganglio pterigopalatino, [667](#), [702-703](#), [710](#)
- Ganglio submandibular, [702-703](#), [710](#), [724](#)
- Ganglio vestibular, [712](#)
- Ganglio yugular omohioideo, [687](#)
- Ganglio yugulodigástrico, [687](#)
- Gangrena de la vesícula biliar, [372](#)
- Gastrina, [351](#)
- Gastroscofia, [344](#)
- Gémio inferior (músculo), [432t](#), [529t](#)
- Gémio superior (músculo), [529t](#)
- Genitales. *Véase también* Genitales de la mujer; Genitales del hombre; Triángulo urogenital
 - externos, desarrollo, [504-505](#), [505f-506f](#)
- Genitales de la mujer, [505f-506f](#), [505](#)
 - anatomía radiológica, [475f](#), [476f](#), [477f](#), [473](#)
 - fascia pélvica visceral, [465f](#), [470](#)
 - ovarios
 - drenaje linfático, [459](#)
 - forma y tamaño, [459f](#), [458](#)
 - función, [459](#)
 - inervación, [459f](#), [459](#)
 - irrigación sanguínea, [459](#)
 - ligamento redondo, [458](#)
 - localización, [458](#), [458](#)

- peritoneo, [444f](#), [470-471](#)
- trompa uterina
 - ampolla, [462f](#), [461](#)
 - drenaje linfático, [461](#)
 - estructura, [448f](#), [459f](#), [461](#)
 - función, [461](#)
 - inervación, [461](#)
 - infundíbulo, [462f](#), [461](#)
 - irrigación sanguínea, [461](#)
 - istmo, [462f](#), [461](#)
 - porción intramural, [462f](#), [461](#)
- útero
 - drenaje linfático, [464](#)
 - en el embarazo, [466](#)
 - en el parto, [466](#)
 - estructura, [459f](#), [462f](#), [464](#)
 - función, [464](#)
 - inervación, [464](#)
 - irrigación sanguínea, [459f](#), [462f](#), [464](#)
 - localización, [444f](#), [459f](#), [464](#)
 - posiciones, [462f](#), [464](#)
 - posmenopáusico, [466](#)
 - prepuberal, [466](#)
 - relaciones, [444f](#), [459f](#), [464](#)
 - soporte, [464-466](#)
- vagina
 - drenaje linfático, [469](#)
 - función, [469](#)
 - inervación, [469](#)
 - irrigación sanguínea, [469](#)
 - localización, [444f](#), [465f](#), [468](#)
 - relaciones, [468](#)
 - soporte, [444f](#), [465f](#), [469](#)
- Genitales del hombre, [505](#), [505f-506f](#)
 - conducto deferente, [448f](#), [449f](#), [453](#)
 - conducto eyaculador, [453](#), [454f](#)
 - fascia pélvica visceral, [454f](#), [455](#)
 - peritoneo, [443f-444f](#), [455](#)
 - próstata
 - drenaje linfático, [455](#)
 - estructura, [453](#), [454f](#)
 - función, [455](#)
 - inervación, [455](#)
 - irrigación sanguínea, [455](#)
 - localización, [443f-444f](#), [453-454](#)
 - relaciones, [443f-444f](#), [454](#)
 - uretra prostática, [454f](#), [455](#)
 - vesículas seminales, [443f-444f](#), [453](#)
- Genitales externos, desarrollo, [504-505](#)
- Gigantismo local, [177](#)
- Ginecomastia, [104](#)
- Gínglimo (bisagra), [15t](#), [16f](#)
- Giro, [647](#)
 - postcentral, [648](#)
 - precentral, [647-648](#)

- temporal superior, 648
- Glande
 - clítoris, 500, 510
 - pene, 495-497, 507-508
- Glándula endocrina principal, 749
- Glándula lagrimal, 652, 703
- Glándula mamaria, 212f, 216
 - infecciones, 724
- Glándula parótida, 667-668, 722-724, 769
- Glándula pineal, 750-751
- Glándula salivar
 - parótida, 703, 724
 - sublingual, 703, 726
 - submandibular, 724
- Glándula sublingual, 722, 725, 769
- Glándula submandibular, 703, 722, 724, 769
- Glándula sudorípara, 7
- Glándula tiroides
 - agenesia, 753
 - arterias, 752
 - bocio retroesternal, 752
 - conducto tirogloso persistente, 754
 - crecimientos, 752
 - desarrollo, 752-753, 753f
 - drenaje linfático, 752
 - funciones, 752
 - inervación, 752
 - irrigación sanguínea, 751-752
 - lingual, 753
 - lóbulo, 751
 - media, 752
 - nervio, 752
 - quiste tirogloso, 754
 - relaciones del istmo, 751
 - seno tirogloso, 754
 - tejido tiroideo ectópico, 753
 - tiroidectomía, 752
 - tráquea y, 230
 - vías aéreas, 752
- Glándula vestibular mayor, 494f, 500-502, 501f, 510
- Glándulas areolares, 100, 187
- Glándulas bulbouretrales, 494f, 498
- Glándulas ceruminosas, 704
- Glándulas ciliares, 650
- Glándulas nasales, 703
- Glándulas paratiroides, 752, 754, 755f
 - inferiores, 754
 - superiores, 754-755
- Glándulas parauretrales, 501f, 503
 - (vestibulares) menores, 501f, 503
- Glándulas salivares, 722-725, 723f, 725f, 769
- Glándulas sebáceas, 7, 650, 704
- Glándulas suprarrenales
 - anatomía, 328, 328f
 - desarrollo, 389

- drenaje linfático, [387](#)
- inervación, [387](#)
- irrigación sanguínea, [387](#)
- localización y descripción, [387](#)
- traumatismo al nacimiento, susceptibilidad, [389](#)
- Glándulas tarsianas, [650](#)
- Glándulas vestibulares mayores, [494f](#), [500-502](#) [501f](#), [510](#)
- Glaucoma, [663](#)
- Globo ocular
 - capa fibrosa, [660](#)
 - capa nerviosa, [663](#)
 - capa vascular pigmentada, [660-663](#)
 - capas, [660](#)
 - movimientos, [659f](#), [659f](#), [660f](#), [658-660](#)
 - músculos, [653t](#)
- Glottis, [740](#)
- Glucagón, [374](#)
- Glucocorticoides, [387](#)
- Granulaciones aracnoideas, [618](#), [645](#)
- Grasa extraperitoneal, [454](#)
- Grasa perirrenal, [380](#)
- Grupo cervical profundo, [742](#)

H

- Habla, [742](#)
- Haz atrioventricular, [249](#)
- Haz de His. *Véase* Haz atrioventricular
- Hélix, [703-704](#)
- Hematemesia, [267](#)
- Hematocolpos, [470](#)
- Hematoma perianal, [488f-491f](#), [489](#)
- Hemicarilla, [196-197](#)
- Hemisferios, [649](#)
 - cerebrales, [647](#)
- Hemoneumotórax, [225](#)
- Hemorragia, [747-748](#)
 - cerebral, [646](#)
 - después de un bloqueo nervioso intercostal, [207](#)
 - epidural, [646](#)
 - esofágica, [340](#)
 - extradural, [646](#)
 - intracraneal, [646](#)
 - subaracnoidea, [646](#)
 - subdural, [646](#)
- Hemorroides
 - en el embarazo, [466](#)
 - externas, [488f-491f](#), [489](#)
 - internas, [445](#), [488-489](#)
- Hendidura epitimpánica, [705](#)
- Hendidura glótica, [740](#)
 - esfinter, [741-742](#)
- Heridas
 - por arma blanca en abdomen, [314](#)
 - por arma de fuego en abdomen, [314](#)

Hernia

- abdominal, 310-314, 310f, 311f, 312f, 313f, 336
- de Spigelio, 314
- diafragmática, 204
- disco cervical, 71-72, 84f
- disco intervertebral, 71-73
- disco lumbar, 72, 72f
- encefálica después de una punción lumbar, 74-75
- epigástrica, 313-314
- esofágica por deslizamiento, 204, 204f
- estrangulada, 543
- femoral, 312-313, 312f, 542
- incisional, 314
- inguinal, 311f
 - directa, 311-312, 311f
 - indirecta, 310-311, 311f
- interna, 543
- irreductible, 543
- línea semilunar, 314
- lumbar, 314
- núcleo pulposo, 72f
- paraesofágica, 204, 204f
- umbilical, 313

Herpes zóster, 206

Hiato

- de los aductores, 543, 544, 546, 549
- del sacro, 49, 75, 76f, 83, 419, 432, 435-436
- urogenital, 480
- safeno, 532-533
- semilunar, 733

Hidrocele, 301, 302f

Hidroneumotórax, 225

Hígado

- anatomía, 326, 326f-327f, 368-369
- biopsia, 370
- conducto biliar, 370-371
- desarrollo, 373-374
- drenaje linfático, 369
- inervación, 369
- irrigación sanguínea, 369
- ligamentos peritoneales, 369
- localización y descripción, 331f, 368-369
- proyecciones en la superficie, 320
- relaciones, 369
- traumatismo, 369-370

Hilio, 379-380

Himen, 468, 510

- anatomía, 465f, 468, 468f
- imperforado, 470

Hiperacusia, 710

Hiperextensión de la rodilla, 591

Hipertensión portal, 267, 367

Hipo, 204

Hipófisis, 749, 749f

- desarrollo, 750, 750f

- funciones, 749
- Hipospadias, 505, 506f
- Hipotálamo, 648
- Histerectomía, daño de uréter en, 467
- Histerosalpingografía, 473, 475f
- Hombre
 - triángulo anal, 481, 481f
 - triángulo urogenital, 481, 481f
- Hombro
 - cintura escapular, 88, 124
 - superficie posterior
 - escápula, 186-187, 186f, 187f
 - procesos espinosos de las vértebras cervicales y torácicas, 186, 186f-187f
- Hormona paratiroidea, 754
- Hormonas sexuales, 459
- Hoz
 - del cerebelo, 640
 - del cerebro, 618, 640, 647, 763
- Huesecillos, alteración de, 710
- Huesecillos del oído, 708
- Hueso
 - anatomía, 10f, 9
 - clasificación, 9-10, 11t
 - clasificación regional, 11t
 - compacto, 9
 - corto, 9
 - desarrollo, 11-12
 - esponjoso, 9
 - fractura, 13
 - irregular, 10
 - largo, 9
 - en la superficie, 10-11, 12t
 - plano, 10
 - proyecciones sesamoideas, 10
- Hueso cigomático, 616, 632
- Hueso compacto, 9
- Hueso corto, 9
- Hueso coxal, 281-282, 514f-515f
 - anatomía, 417f, 420-421, 514, 514f-515f, 516
 - cara interna, 281f
 - dislocación congénita, 591, 591f
- Hueso cuboide, 522f-523f, 521, 524
- Hueso esfenoides, 735
- Hueso esponjoso, 9
- Hueso frontal, 614, 616, 632, 735
 - porción nasal, 731
- Hueso hioides, 628, 628f, 766
- Hueso largo, 9
- Hueso nasal, 614-616, 632-633, 731
- Hueso navicular, 522f-523f, 524, 603
- Hueso occipital
 - porción basilar, 618
 - porción escamosa, 616, 620
- Hueso plano, 10
- Hueso sesamoideo, 10, 11f

- Hueso temporal, 616
 - borde superior, porción petrosa de, 620
 - porción mastoidea, 620
 - porción petrosa, 618
 - porción timpánica, 627
- Huesos cuneiformes, 523f, 524
- Huesos del carpo, 96-98
 - hileras distales, 96-98
 - hileras proximales, 96
 - hueso *capitatum*, 96-98
 - hueso escafoide, 96
 - hueso *lunatum*, 96
 - hueso pisiforme, 96
 - hueso trapecioide, 96-98
 - hueso *triquetrum*, 96
 - uniones musculares, 97f
- Huesos metacarpianos, fracturas de, 98
- Huesos metatarsianos, 523f, 524
- Huesos palatinos, 616
- Huesos parietales, 616
- Huesos tarsianos, 521-524, 522f-523f
- Húmero
 - borde interóseo, 94
 - cabeza, 91
 - cóndilo, 91-92
 - cresta supracondílea
 - lateral, 91
 - medial, 91
 - cuello anatómico, 91
 - cuello quirúrgico, 91
 - cuerpo, 91
 - epicóndilo
 - lateral, 91-92
 - medial, 91-92
 - extremidad
 - distal, 91-92
 - proximal, 91
 - extremo
 - distal, 94
 - proximal, 93-94
 - fosa coronoidea, 91-92
 - fosa olecránica, 91-92
 - fosa radial, 91-92
 - fractura
 - de la tuberosidad mayor, 93
 - de la tuberosidad menor, 94
 - quirúrgica del cuello, 94
 - inserciones musculares y ligamentosas, 92f
 - proceso estiloides, 94
 - superficie articular de la muñeca, 94
 - surco, nervio radial, 91
 - surco intertubercular (bicipital), 91
 - surco ulnar, 91-92
 - tróclea, 91-92
 - tubérculo

mayor, 91
menor, 91
tuberosidad deltoidea, 91
tuberosidad radial, 94
Humor acuoso, 660, 663

I

Íleon

anatomía, 327, 348-350
anatomía radiológica, 402*f*-403*f*
arterias, 348, 349*f*
desarrollo, 362
drenaje linfático, 350
fibras nociceptivas, 350
inervación, 350
irrigación sanguínea, 343*f*, 348, 349*f*
localización y descripción, 347*f*, 348
membrana mucosa y papilas, 347
reconocimiento, 350
traumatismo, 350
venas, 348

Ilion, 281, 516

Iliopsoas, 305

Imágenes de medicina nuclear, 42

Impulsor principal (agonista), 20, 21*f*

Incisión

abdominotorácica, 315
de McBurney, 315
en la línea media, 315
muscular, 315
paramedial, 314-315
pararrectal, 315
paraumbilical, 317
transrectal, 315
transversa, 315

Incisiones quirúrgicas, pared abdominal, 282, 314-315

Incontinencia

de esfuerzo, 430, 452
después de lesión de médula espinal, 490
después de traumatismo, 490
estrés, 430, 452
prolapso rectal y, 490
urinaria, 452

Inervación

arterial, 158
cavidad nasal, 733
córnea, 660
cuero cabelludo, 629
cuerpo ciliar, 661
faringe, 727
glándula tiroides, 752
iris y pupila, 662-663
laringe, 742, 742*f*
mandíbula, 625

- parasimpático secretomotor, 652
- simpático posganglionar, 652
- venas, 159
- Inervación segmentaria
 - de la piel, 30
 - del músculo, 30-32
- Infarto de miocardio, 253
- Infección
 - del espacio pulposo (paroniquia), 123f, 124
 - dental, 677
 - isquioanal, 490
 - peritoneal, 335
 - por tuberculosis, 677
 - vulvar, 503
- Inferior, definición, 3
- Inflamación de la bolsa semimembranosa, 551
- Infundíbulo, 246, 258, 461, 462f, 463, 646, 648, 733, 749-750
- Ingle, disección de la vena safena mayor en, 536, 536f
- Inhalación de cuerpos extraños, 231
- Injerto de piel, 8
- Inserción
 - del tendón del músculo extensor largo, 136-137, 136f, 572, 573f
 - del tendón del músculo flexor largo, 135
 - muscular, 19
- Inspección torácica, 214
- Inspiración
 - cambios en los pulmones, 237
 - forzada, 237
 - músculo, 203
 - silenciosa, 236, 236f
- Insulina, 374
- Interno, definición, 3
- Intestino
 - anterior, 358
 - atresia y estenosis, 358-359
 - delgado
 - anatomía, 326-327, 327f, 345-350
 - anatomía radiológica, 402f-403f
 - desarrollo, 362
 - fibras nociceptivas, 350
 - mesenterio, 331, 348, 350
 - reconocimiento, 350
 - traumatismos, 350
 - vs. intestino grueso, 355
 - grueso
 - anatomía, 327-328, 327f
 - anatomía radiológica, 402-403, 405f-406f
 - cáncer, 357
 - porción distal, desarrollo, 446
 - medio, 358
 - posterior, 358
- Intestino delgado
 - anatomía, 326-327, 327f, 345-350
 - anatomía radiológica, 402f-403f
 - desarrollo, 362

- fibras nociceptivas, 350
- mesenterio, 331, 348, 350
- reconocimiento, 350
- traumatismos, 350
- vs. intestino grueso, 355
- Intestino grueso
 - anatomía, 327-328, 327f
 - anatomía radiológica, 402-403, 405f-406f
 - cáncer, 357
 - porción distal, desarrollo, 446
 - vs. intestino delgado, 355
- Intubación
 - endotraqueal, ejes anatómicos, 744-745
 - nasogástrica, 344-345
 - maniobra BURP (presión hacia atrás, arriba y la derecha), 745
- Invaginación intestinal, 357
- Inversión, 557, 586
 - definición, 6
- Ipsilateral, definición, 3
- Iris, ojo, 660, 662-663
- Irrigación sanguínea
 - cara, piel de, 635
 - cavidad nasal, 734
 - córnea, 660
 - encéfalo, 649
 - faringe, 727
 - glándula tiroides, 751-752
 - laringe, 742
- Islotes
 - de Langerhans, 374
 - pancreáticos, 374, 376
- Isquion, 516
- Istmo, 751-753
 - bucofaríngeo, 713, 727
 - faríngeo, 719, 726-727
 - glándula tiroides, 767

J

- Juanete, 590
 - Hallux valgus*, 587
 - dorsal (*Hallux rigidus*), 587

L

- Laberintitis, 710
- Laberinto
 - membranoso, 711-712
 - óseo, 711
- Labio, 712, 712f-713f
 - inferior, 637
 - leporino medial superior, 637-638
 - leporino unilateral, 637-638
 - músculos, 636
 - superior, 637

- Labio leporino
 - bilateral, 637-638
 - formas, 639f
 - inferior, 638
 - oblicuo, 638
 - superior, 637-638
 - tratamiento, 639
 - unilateral, 637-638
- Labios
 - mayores, 301, 501f, 505, 509f, 510
 - menores, 501f, 505, 509f, 510
- Laceración, 650
- Lago lagrimal, 650, 652-653
- Lagunas laterales, 618
- Lagunas venosas, 645
- Lámina(s), 46, 649, 737
 - cribiforme, 660
 - cribosa, 618
 - epifisarias, 13, 54
 - espiral, 711
 - horizontales, 616
 - labiokingival, 637
 - propia, 36
 - ptergoideas laterales, 616
 - ptergoideas mediales, 616
 - tarsales
 - inferiores, 651
 - superiores, 651
 - timpánica, 618
 - uretral, 504
 - vaginal, 470
 - vertical del etmoides, 733
- Langerhans, islotes de, 374
- Laringe, 239
 - abertura, 739
 - articulaciones sinoviales, 737
 - cartílagos, 737, 738f
 - cavidad, 740
 - drenaje linfático, 742
 - fosa piriforme, 739
 - inervación, 742, 742f
 - irrigación sanguínea, 742
 - membrana mucosa, 742
 - membranas y ligamentos, 738-739, 739f
 - músculos, 740-742, 740t, 741f
 - pliegue vestibular, 740
 - pliegue vocal, 740
 - porción inferior, 742
 - porción superior, 742
 - producción de la voz, 742
- Laringofaringe, 726-727
- Laringoscopia, 745
- Laringoscopio, 744
- Lavado peritoneal, 316, 316f
- Lecho ungueal, 6-7

Lengua, 715-717, 715*f*, 716*t*, 716*f*

Lente, 660, 663-664

Lesión

arterial, 158

de nervio torácico largo, 149

esofágica, 748

ósea de la mano, 98

pleural, 678

pulmonar, 678

traumática, 604

Ley de Hilton, 15

Ligadura de trompas, 462

Ligamento, 15, 17

acetabular transverso, 574-575, 574*f*

alar, 54

amarillo, 54, 55*f*, 57

anular, 708

apical, 54

arqueado

lateral, 202-203, 304-305

medial, 202-203, 304

arterioso, 261

articulación, 15

bifurcado, 583*f*-584*f*, 586

calcaneonavicular plantar, 586

calcaneotibial, 583*f*-584*f*, 584

cervical transverso, 465*f*, 466

coccígeo, 69

colateral

lateral, 520*f*, 550*f*, 551*f*, 578*f*, 579, 579*f*, 581, 597*f*, 600

medial, 520*f*, 550*f*, 578*f*, 579, 579*f*, 581, 600

coracoclavicular, 163

coronario, 330, 369

cricotiroideo, 738-739, 767, 747

cricotraqueal, 738, 767

cruzado anterior (LCA), 578*f*, 579*f*, 580

cruzado posterior, 578*f*, 579*f*, 580

de la nuca, 55*f*, 57, 81, 213, 763, 768

de Treitz, 347, 358

dentado, 69

elástico, 17

esfenomandibular, 624, 676

estilohioideo, 628, 676

estilomandibular, 624, 676

falciforme, 330, 368

fibroso, 15

frenocólico, 353

iliofemoral, 575, 575*f*

iliolumbar, 424

inguinal, 285, 318, 598*f*, 599, 599*f*

interespinoso, 55*f*, 57

interóseo, 583

intraarticular, 198-199

isquiofemoral, 575, 575*f*

lateral, 584

- lesión, 18
- longitudinal, 54, 55f, 56f, 57
 - anterior, 54, 57
 - posterior, 57
- palpebral
 - lateral, 651
 - medial, 651
- patelar, 519, 520f, 537, 540, 541f, 578f, 579, 600, 600f
- plantar
 - corto, 569f, 586
 - largo, 567, 568f, 569f, 586
- poplíteo oblicuo, 548, 578f
- ptergomandibular, 676
- pubocervical, 465f, 466
- pubofemoral, 575, 575f
- puboprostático, 450, 454
- pubovesical, 450, 466
- pulmonar, 222
- redondo, 369
 - del ovario, 458, 471
 - del útero, 471
- sacro cervical, 465f, 466
- sacroespinoso, 417, 417f, 420-422, 487, 487f, 504, 504f, 525-527, 528f
- sacroiliaco
 - anterior, 421f-422f, 424
 - interóseo, 421f-422f, 424
 - posterior, 421f-422f, 424
- sacrotuberoso, 417, 417f, 420-421, 422f, 423f, 525-527, 528f
- supraespinoso, 55f, 57
- suspensorio, 663
 - axila, 107
 - del lente, 661
 - del ojo, 658
 - mamas, 100
 - ovárico, 458-459, 459f, 470
- sutural, 613
- talocalcáneo, 585-586
- talocalcáneo interóseo, 584f, 585-586
- talofibular
 - anterior, 583f-584f, 584
 - posterior, 555f, 584, 584f
- temporomandibular lateral, 624
- tiroepiglótico, 738
- tiroideo medio, 738
- transverso inferior, 583, 584f
- umbilical medio, 449, 456
- venoso, 369
- vestibular, 738
- vocal, 738-740
- Ligamentos, 466, 676
 - arqueados, 202f, 202-203
 - cruciformes, 14, 55
 - anteriores, 580
 - posteriores, 580
 - dorsales, 586

- extracapsulares, 14
- intertransversos, 55f, 57
- intracapsulares, 14
- mediales, 658
- óseos sacroilíacos posteriores, 424
- periodontales, 714
- peritoneales, 330, 330f, 369
- plantares, 586
- suspensorios laterales, 658
- talocalcáneos
 - laterales, 585-586
 - mediales, 585-586
- triangulares, 330, 369
- Limbo, 660
- Línea
 - arqueada, 284f, 290f, 281, 289
 - áspera, 516
 - axilar, 214
 - anterior, 214
 - posterior, 214
 - blanca, 285, 289, 319
 - de tensión cutánea, 282
 - escapular, 214
 - iliopectínea, 281
 - intertrocantérica, 516
 - medioaxilar, 214
 - medioclavicular, 214
 - medioesternal, 214
 - milohioidea, 623
 - oblicua, 737
 - pectinada, 485, 485f
 - pectínea, 281, 287f, 288f
 - semilunar, 314
 - sólea, 519-520, 520f
- Líneas iliopectíneas, 416
- Líneas nucas superiores, 616, 618
- Líneas temporales inferiores, 616
- Linfa, 35
 - nódulos linfáticos axilares, 159-161
 - vasos linfáticos superficiales y profundos, 161
- Linfadenitis, 162, 543
- Linfangitis, 162
- Linfedema, 36
- Líquido
 - cefalorraquídeo, 25, 50f, 65f, 69, 74, 70, 645
 - pericárdico, 241-243
 - peritoneal, 334
 - pleural, 222, 225
 - seminal, 498-499
 - sinovial, 13
- Lobulillo, 703-704
 - hepático, 369
- Lóbulo
 - anterior, 749
 - de la oreja, 703-704

- frontal, [647](#)
- glándula tiroides, [751](#)
- medio pulmonar, [231f](#), [234](#)
- occipital, [647](#)
- parietal, [647](#)
- piramidal, [751](#)
- posterior, [749](#)
- pulmón, [232](#), [233t](#)
- temporal, [647](#)
- Lóbulos laterales, [752-753](#)
- Lóbulos profundos, [722-724](#)
- Lóbulos superficiales, [722-724](#)
- Lordosis, [51](#)
- Louis, ángulo de, [194f](#), [195](#), [211](#), [212f](#)
- Lumbarización de la vértebra S1, [50](#)

M

- Macroactilia (gigantismo local), [177](#), [178f](#)
- Macromastia, [104](#)
- Macrostomía, [639](#)
- Mácula lútea, [663](#)
 - lateral, [556f](#), [601](#), [601f](#)
 - medial, [520](#), [520f](#), [554f](#), [555f](#), [556f](#), [558f](#), [562](#), [601](#), [602f](#)
- Maléolo
 - lateral, [556f](#), [601](#), [601f](#)
 - estructuras detrás, [556f](#)
 - medial, [520](#), [520f](#), [554f](#), [555f](#), [556f](#), [558f](#), [562](#), [601](#), [602f](#)
- Mamas, [100-102](#). *Véase también* Pezón
 - absceso, [103](#)
 - aréola, [187](#)
 - carcinoma
 - drenaje linfático y, [103-104](#)
 - en hombres, [104](#)
 - cola axilar, [187](#)
 - desarrollo, [104](#)
 - en el embarazo, [100-102](#)
 - en la pubertad, [100](#)
 - en mujeres jóvenes, [100](#)
 - en mujeres posmenopáusicas, [102](#)
 - exploración, [103](#)
 - localización y descripción, [100-102](#)
 - mamografía, [103f](#), [103](#)
 - pezón, [187](#)
 - pezones supernumerarios y retraídos, [103](#)
 - septos fibrosos, [103](#)
- Mamografía, [103](#), [103f](#)
- Mandíbula, [616](#), [622](#)
 - articulación temporomandibular, [623-626](#), [624f](#), [625f](#)
 - cabeza, anatomía de superficie, [765](#)
 - cuerpo, [616](#)
 - depresión, [626](#)
 - disco articular, [624-625](#)
 - elevación, [626](#)
 - fractura, [623](#)

- inervación, 625
- ligamentos, 624
- movimientos masticatorios laterales, 626
- protrusión, 626
- rama, 622
- retracción, 626
- Mano, 122-123, 131^f
 - anatomía de superficie, 187-189, 188^f
 - aponeurosis palmar, 122
 - arteria radial, 189
 - arteria ulnar, 189
 - bolsa radial, 134
 - bolsa ulnar, 134
 - como unidad funcional
 - movimientos de los dedos índice, medio, anular y meñique, 176
 - movimientos del dedo gordo, 175
 - posición de descanso, 174, 174^f
 - posición de la mano, 174-176, 174^f
 - posición en puño, 176
 - posición funcional, 174-175, 174^f
 - compartimentos osteofasciales, 130, 132^t
 - conducto lumbrical, 123
 - espacio mediopalmar, 122-123, 123^f
 - espacio tenar, 122-123, 123^f
 - espacios fasciales de la palma, 122-123
 - espacios pulposos de los dedos, 123, 123^f
 - fascia profunda, 122
 - hueso *lunatum*, 189
 - movimientos de los dedos índice, medio, anular y meñique, 176
 - abducción, 176
 - aducción, 176
 - extensión, 176
 - flexión, 176
 - movimientos del pulgar, 175
 - abducción, 175
 - aducción, 175
 - extensión, 175
 - flexión, 175
 - oposición, 175
 - músculo flexor superficial de los dedos, 189
 - músculo flexor ulnar de la muñeca, 189
 - músculos intrínsecos, 132^t-133^t
 - músculos lumbricales e interóseos, 134^f
 - nervio mediano
 - arco arterial palmar profundo, 189
 - arco arterial palmar superficial, 189
 - articulaciones metacarpofalángicas, 189
 - ramo recurrente, 189
 - red venosa dorsal, 189
 - piel, 122
 - posición ahuecada, 176
 - posición de descanso, 174, 174^f
 - posición de la mano, 174-176, 174^f
 - posición en puño, 176
 - posición funcional, 174-175, 174^f

- tabaquera anatómica, [189](#)
- tendón del músculo flexor radial de la muñeca, [189](#)
- tendón del músculo palmar largo, [189](#)
- tendones de los músculos flexor y extensor largos, [134f](#)
- vaina sinovial, [134](#)
- vainas flexoras fibrosas, [133-134](#), [133f](#)
- vainas sinoviales flexoras, [133f](#), [134](#)
- y articulaciones de los dedos
 - articulación carpometacarpiana del pulgar, [173](#)
 - articulaciones carpometacarpianas e intermetacarpianas, [173](#)
 - articulaciones intercarpianas, [173](#)
 - articulaciones interfalángicas, [174](#)
 - articulaciones metacarpofalángicas, [173-174](#)
- Manubrio, [193-194](#)
- Manzana de Adán, [737](#)
- Márgenes alveolares, [714](#)
- Martillo, [708](#)
- Masa celular
 - externa, [39](#)
 - interna, [39](#)
- Masticación, músculos de, [625t](#)
- Masticación de alimentos, [728](#)
- Mastoiditis aguda, [710](#)
- Maxilar, [616](#), [632](#)
 - fractura por estallido de, [622](#)
 - huesos, [735](#)
 - procesos palatinos, [616](#)
- Meato
 - auditivo externo, [616](#), [618](#), [704](#), [764](#)
 - auditivo interno, [620](#)
- Mecanismo escapulohumeral, [167](#), [168f](#)
- Meconio, [446](#)
- Mediastinitis, [222](#)
- Mediastino, [193](#), [263](#)
 - anatomía, [220-221](#), [220f-221f](#)
 - anterior, [220](#)
 - desviación, [222](#)
 - inferior, [221](#)
 - medio, [220](#)
 - posterior, [220](#)
 - subdivisiones, [221f](#)
 - superior, [221](#)
- Mediastinoscopia, [222](#)
- Mediciones obstétricas pélvicas, [425-427](#)
- Médula
 - glándulas suprarrenales, [387](#)
 - renal, [380](#)
- Médula espinal
 - anatomía, [64-70](#)
 - anclada, [70](#)
 - conducto central de, [649](#)
 - desarrollo, [70](#)
 - irrigación sanguínea, [66-67](#)
 - isquemia, [67](#)
 - lesión, [74](#)

- erección después de, 500
- eyaculación después de, 500
- incontinencia después de, 490
- micción después de, 452-453, 452f
- meninges, 57, 57f, 63f, 65f, 67-69, 68f, 69f, 74
- nivel segmentario vs. nivel vertebral, 70t
- vista posterior, 66f-69f
- y espacio subaracnoideo, 84
- Médula oblongada, 649
- Médula ósea, 9, 11
- Megacolon, 446, 448f
- Megalouréter, 387
- Mejilla, 713, 713, 636
- Membrana
 - atlantooccipital, 54
 - anterior, 54
 - posterior, 54
 - basilar, 711
 - bucofaríngea, 637, 714
 - cloacal, 491
 - cuadrangular, 738
 - intercostal
 - anterior, 200-201, 201f
 - posterior, 201, 201f
 - interósea, 170, 553, 553f, 554f, 557, 583
 - mucosa, 36, 450, 708-710, 713, 718
 - canal anal, 482f, 483, 484f
 - duodeno, 347, 372
 - inflamación y, 37
 - lengua, 715
 - obturatriz, 418f, 420-421, 514f-515f, 516
 - perineal, 481f, 482f, 492f, 493, 494f, 495, 495f, 496f
 - pleural, 220
 - serosa, 36-37
 - sinovial, 13
 - articulación de la cadera, 574f, 575, 575f
 - articulación de la rodilla, 580
 - articulación del tobillo, 584
 - articulación subtalar, 586
 - suprapleural, 199, 200f, 678
 - tectoria, 55
 - timpánica, 627, 704-705, 705f
 - exploración, 705
 - perforación, 705
 - secundaria, 706
 - tiroidioidea, 628, 738, 766
 - urogenital, 504
- Membranas fetales, 39
- Meninges, 25
 - aracnoides, 645
 - duramadre, 640-645, 641f-642f
 - médula espinal, 57, 57f, 63f, 65f, 67-69, 68f, 69f, 74
 - piamadre, 645
- Meningitis, 710
- Meningocele, 54f

Meningomielocele, [53f-54f](#)

Menisco

- anatomía, [519](#)
- lateral, [519](#)
- lesión, [582](#)
- medial, [519](#), [578f](#), [579f](#), [582f](#)

Menopausia, útero después de, [466](#)

Mesencéfalo, [649](#)

Mesenterio peritoneal, [337-338](#)

Mesenterios, [330f](#), [331](#), [333f](#)

Mesetas tibiales, [519](#)

- lateral, [519](#)
- medial, [519](#)

Mesoapéndice, [351-352](#)

Mesocolon

- sigmoide, [331](#), [440](#)
- transverso, [331](#)

Mesodermo, [39](#)

- intermedio, [39](#), [51](#)
- lateral, [39](#), [51](#)
- paraaxial, [51](#)

Mesometrio, [470](#)

Mesonefro, [384](#)

Mesoovario, [434](#), [458-459](#), [470](#)

Mesosalpinge, [470](#)

Mesotendón, [18](#)

Metáfisis, [9](#), [12](#)

Metanefro, [384](#)

Metatarso varo, [592](#)

Micción, [450-451](#), [451f](#)

- después de lesión de médula espinal, [452-453](#), [452f](#)

Micromastia, [104](#)

Microstomía, [639](#)

Mielocele, [53f-54f](#)

Mielografía, espacio subaracnoideo, [76](#), [81f](#)

Miembro inferior. *Véase también* la anatomía específica

- anatomía, [512-608](#)
- anatomía de superficie, [597-603](#), [598f](#), [599f](#), [600f](#), [601f](#), [602f](#)
- anatomía radiológica, [592](#), [592f-596f](#)
- arterias, [603](#)
- bolsas y bursitis, [590](#)
- bomba venosa, [535](#)
- circulación colateral, [603](#)
- desarrollo, [590-592](#), [591f](#)
- enfermedad arterial oclusiva, [603](#)
- funciones, [514](#)
- linfáticos, [537](#)
- nervios, [604b](#)
 - cutáneos, [525f](#)
- organización, [514](#) (*véase también* Tobillo; Pie; Región glútea; Piernas; Fosa poplítea; Muslo)
- osteología, [514-524](#)
- reflejos tendinosos, [604](#)
- venas, [535](#)
 - superficiales, [533-535](#), [534f](#)

Miembro superior. *Véase también* la anatomía específica

- anatomía, 179, 179f-183f
- anatomía de superficie, 86-191
- anatomía radiológica, 179-189
- antebrazo, 98, 111
- arterias
 - inervación, 158
 - lesión, 158
 - palpación y compresión, 158
- articulaciones, 162-176
- axila, 106-107
- brazo, 98
- codo, 190
 - y fosa cubital, 111, 111f-112f
- columna vertebral y conexión con músculos, 177, 177f
- desarrollo, 98
- fosa cubital, 98
- hombro, 703
- inervación simpática, 159-161
- linfáticos, 98, 122-123
- mano, 98, 111-121
- muñeca, 98
- músculos, 124-137
- nervios, 137-148
- osteología, 88-98
- región escapular, 104-106
- región pectoral, 98-102
- regiones de los miembros, 98-123
- vasculatura, 153-159
- vasos linfáticos superficiales, 161, 161f
- venas superficiales, 159
- Miembros, 708
- Mineralocorticoides, 387
- Miocardio, 245, 255
- Miometrio, 464, 467, 477f
- Miosis, 703
- Miotoma, 51, 70
- Monte del pubis, 501f, 509-510, 509f
- Movilidad renal, 382
- Movimiento, términos relacionados con, 4-6, 5f
- Mucosa muscular, 36
- Mujer, orgasmo, 502
- Muñeca, 111-121, 172
 - anatomía de superficie, 187-189, 188f
 - arteria radial, 189
 - arteria ulnar, 189
 - estructuras anteriores, 115-117, 118f-119f
 - estructuras posteriores, 118f-119f, 121
 - hueso *lunatum*, 189
 - lesiones, 173
 - músculo flexor superficial de los dedos, 189
 - músculo flexor ulnar de la muñeca, 189
 - nervio mediano
 - arco arterial palmar profundo, 189
 - arco arterial palmar superficial, 189
 - articulaciones metacarpofalángicas, 189

- ramo recurrente, 189
- red venosa dorsal, 189
- parálisis del nervio radial (mano caída), 153*f*
- retináculo extensor, 114-115
- retináculo flexor, 111-113
- tabaquera anatómica, 189
- tendón del músculo flexor radial de la muñeca, 189
- tendón del músculo palmar largo, 189
- Musculatura vertebral posterior, 84
- Músculo, 628-629
 - anatomía, 19-20, 20*f*
 - antebrazo, compartimentos osteofasciales, 127-130, 128*t*, 129*t*
 - brazo, compartimentos osteofasciales, 126
 - cara, 635-636
 - cardíaco, 22
 - inserciones, 23
 - cuello, 671*t*
 - cuero cabelludo y cara, 629*f*, 630*t*
 - de esfuerzo abdominal, 203
 - escaleno anterior, 675-676
 - dorso y región escapular, 124-126, 125*t*
 - esquelético
 - acción, 20-21, 21*f*
 - anatomía, 19-22
 - denominación, 22, 22*t*
 - estructura interna, 19-20, 20*f*
 - inervación, 21
 - esternocleidomastoideo, 673-674
 - faringe, 727-728, 729*t*, 729*f*
 - forma y configuración, 23
 - globo ocular, 652, 653*t*
 - inserciones, 23
 - inervación segmentaria, 30
 - lengua, 715, 716*t*
 - liso, 22
 - masticación, 625*t*
 - párpado, 652, 653*t*
 - penniforme, 20
 - platisma, 768
 - reflejos tendinosos e innervación segmentaria, 148
 - región pectoral, 124, 124*t*
 - tono, 15, 23
 - trapecio, 768
- Músculo aductor del dedo gordo, 570*t*-571*t*
- Músculo antagonista, 21*f*, 20
- Músculo bipenniforme, 20
- Músculo buccinador, 636, 713
- Músculo cardíaco, 22
 - necrosis, 23
- Músculo cervical profundo, 673
- Músculo ciliar, 660, 661
- Músculo constrictor
 - inferior, 727-728
 - medio, 727-728
 - superior, 727-728

Músculo cricofaríngeo, [728](#), [728](#)
 Músculo cuadrado de la planta del pie, [570t-571t](#)
 Músculo cuadrado femoral, [529t](#)
 nervio a, [532](#)
 Músculo cuadrado lumbar, [304-305](#), [305t](#), [305f](#)
 Músculo dartos, [492](#)
 Músculo de la úvula, [719-720](#)
 Músculo de soporte de peso, [203](#)
 Músculo del estribo, [706](#)
 Músculo del recto, [659f](#)
 Músculo depresor del septo nasal, [636](#)
 Músculo detrusor, [450](#), [451](#)
 Músculo dilatador de la nariz, [636](#), [731](#)
 Músculo dilatador de la pupila, [660](#), [662](#), [662-663](#)
 Músculo elevador de la escápula, [700](#)
 Músculo elevador de la glándula tiroides, [751](#)
 Músculo elevador de la próstata, [422](#)
 Músculo elevador del ano, [422-424](#), [423f](#), [447f](#)
 Músculo elevador del labio superior y las alas nasales, [636](#), [731](#)
 Músculo elevador del párpado superior, [636](#), [652](#)
 Músculo elevador del velo del paladar, [708-709](#), [719](#)
 Músculo escaleno anterior, [675-676](#), [678](#), [700](#)
 Músculo esplenio de la cabeza, [61t](#)
 Músculo esplenio del cuello, [61t](#)
 Músculo esquelético
 acción, [20-21](#), [21f](#)
 anatomía, [19-22](#)
 denominación, [22](#), [22t](#)
 estructura interna, [19-20](#), [20f](#)
 inervación, [21](#)
 Músculo estabilizador, [20](#)
 Músculo esternocleidomastoideo, [673-674](#), [700](#)
 Músculo estilofaríngeo, [727-728](#)
 Músculo extensor breve de los dedos del pie, [573f](#), [601f](#), [572](#), [573t](#)
 Músculo extensor largo de los dedos del pie, [601](#), [557t](#)
 vaina sinovial, [573f](#), [572](#)
 Músculo extensor largo del dedo gordo del pie, [601](#), [557t](#)
 Músculo fibular breve
 tendón, [601-603](#)
 tenosinovitis y dislocación, [559](#)
 Músculo facial, parálisis, [636](#)
 Músculo flexor breve de los dedos del pie, [570t-571t](#)
 Músculo flexor breve del quinto dedo del pie, [570t-571t](#)
 Músculo flexor breve del dedo gordo del pie, [570t-571t](#)
 Músculo flexor largo de los dedos del pie, [601](#), [561t](#)
 Músculo flexor largo del dedo gordo del pie, [601](#), [603](#), [566-567](#), [561t](#), [570t-571t](#)
 Músculo flexor profundo de los dedos, tendón de, [117](#)
 Músculo gémino
 inferior, [529t](#)
 superior, [529t](#)
 Músculo glúteo
 mayor
 anatomía, [528](#)
 inyecciones, [530](#)
 y bursitis, [530](#)

medio, 529*t*, 530
 menor, 529*t*, 530
 Músculo ilíaco, 305, 305*t*
 Músculo iliococcígeo, 422, 423*f*
 Músculo infrahioideo, 673
 Músculo intercostal, 200-202, 201*f*
 acción, 202
 durante la espiración, 237-238
 durante la inspiración, 236
 externo, 200-201, 201*f*
 inervación, 200*f*, 201*f*, 202
 interno, 200*f*, 201
 profundos, 200*f*, 201*f*, 202
 Músculo isquiocavernoso, 486*t*, 494*f*, 496-497, 496*f*, 500, 501*f*, 502
 Músculo laríngeo, 740-742
 Músculo liso, 22
 Músculo masetero, 765
 Músculo multipenniforme, 20
 Músculo oblicuo
 inferior, 658, 659*f*
 superior, 658, 659*f*
 Músculo obturador interno, 422, 422*f*, 431
 Músculo occipitofrontal, 628-629, 636
 Músculo orbicular de la nariz, 636
 Músculo orbicular del ojo, 636, 652
 fibras palpebrales, 651
 Músculo orbitario, 658
 Músculo palatofaríngeo, 719, 727
 Músculo palatogloso, 715, 719, 727
 Músculo palmar corto, 135
 Músculo palmar largo
 ausente, 130
 tendón, 117
 Músculo papilar, 246-247, 258-259
 Músculo pectíneo, 246-247
 Músculo pectoral mayor, 124
 Músculo penniforme, 20
 Músculo perineal transverso
 profundo, 495, 498, 502
 superficial, 496*f*, 497
 Músculo piramidal, 283-284, 284*f*, 285*t*, 289
 Músculo piriforme, 419, 420*f*
 Músculo plantar, 560, 561*t*
 Músculo prócer, 636, 731
 Músculo pterigoideo
 lateral, 665-666
 medial, 665-666
 Músculo recto femoral, 540*t*
 ramas musculares, 546
 rotura, 540
 Músculo recto interno, 546*t*
 Músculo salpingofaríngeo, 726-728
 Músculo sartorio, 540*t*
 Músculo tarsal superior, 652
 Músculo temporal, 665

Músculo tensor de la fascia lata, [515f](#), [528](#), [528f](#), [529t](#)
Músculo tensor del tímpano, [706](#), [708](#)
Músculo tensor del velo del paladar, [708-709](#), [719](#)
Músculo tibial
 anterior, [557t](#)
 posterior, [561t](#), [567f](#), [569f](#)
Músculo transverso de la nariz, [636](#), [731](#)
Músculo transverso del abdomen, [284f](#), [285t](#), [286](#)
Músculo transverso del periné, [495](#), [495](#), [502](#), [498](#), [486t](#)
Músculo trapecio, [768](#)
Músculo traqueal, [230](#), [745](#)
Músculo unipenniforme, [20](#)
Músculo voluntario. Véase Músculo esquelético
Músculos aductores
 miembro inferior, [539f](#)
 y parálisis cerebral, [547](#)
Músculos auriculares, [703-704](#)
Músculos coccígeos, [423f](#), [423f](#), [431f](#), [424](#), [421t](#)
Músculos de la región escapular, [125t](#)
Músculos del compartimento osteofascial
 anterior, [127](#), [128t](#)
 posterior, [129t](#), [130](#)
Músculos elevadores de las costillas, [205](#)
 durante la inspiración, [236](#)
Músculos elevadores del ano, [464-465](#)
Músculos extraoculares, [658](#)
Músculos extrínsecos, [715](#)
Músculos infrahioideos, [673](#), [740](#)
Músculos intermedios, [60](#)
Músculos interóseos, [135](#)
Músculos intrínsecos, [715](#)
Músculos laterales del compartimento osteofascial, [127](#), [129t](#)
Músculos lumbricales, [135](#)
Músculos oculares
 extrínsecos, [658](#)
 intrínsecos, [660](#)
Músculos pectíneos, [245-246](#)
Músculos plantares, [565f-569f](#)
Músculos prevertebrales, [700](#)
Músculos rectos
 inferior, [658](#)
 lateral, [658](#)
 medial, [658](#)
 superior, [658](#)
Músculos retrovertebrales, [60-62](#), [61t](#), [61f](#)
Músculos superficiales, [60](#)
Músculos suprahioideos, [673](#), [740](#)
Músculos urogenitales, [486t](#)
Muslo, [514](#)
 arterias, [526f](#)
 cara anterior, [599f](#)
 cara medial, [533](#)
 cara posterior, [525f](#), [533](#), [549t](#)
 compartimentos fasciales, [526f](#), [532-533](#)
 compartimentos fasciales anteriores inervación, [538f-539f](#), [544-546](#)

- irrigación sanguínea, 538f-539f, 543-544
- músculos, 533f, 537, 539f, 540t
- compartimentos fasciales medios
 - inervación, 545f, 547, 547f
 - irrigación sanguínea, 538f-539f, 546-547
 - músculos, 533f, 539f, 545f, 546, 546t, 548f
- compartimentos fasciales posteriores, 525f, 531
 - contenido, 547-548, 548f, 549t
 - inervación, 548, 548f
 - irrigación sanguínea, 544f, 545f, 548
 - músculos, 548, 548f, 549t
- fascia profunda, 525, 526f, 532
- frente, 533
- nódulos linfáticos inguinales, 537
- nervios cutáneos, 525f, 533
 - intermedio, 525f, 533, 536, 545
 - lateral, 525f, 533
 - medial, 525f, 533, 545
 - posterior, 525f, 531-532, 552
- piel, 525f, 533
- proyecciones en la superficie, 598f
- sección transversal, 553f
- venas superficiales, 533-535, 534f

N

Nacimiento, lesión perineal durante, 504

Nalgas

- fascia, 527f
- piel, 525f, 524-525
- pliegue, 598f, 598f, 597

Narinas, 731

- cavidad nasal, 732-734, 732f, 733f, 734f
- cuerpos extraños, 734
- desarrollo, 735, 735f
- externo, 731, 732f
- sangrado, 734
- traumatismo, 734

Nariz

- externa, 732f, 731

Nación, 763

Nasofaringe, 667, 705, 726-727, 726f

Nervio, 667-668

- al músculo geniohioideo, 700
- al tirohioideo, 700
- anatomía, 200f, 201f, 205-206, 205f
- conducto pterigoideo, 710
- cutáneo medial, 142
- del estribo, 710
- intercostal, 200f, 201f, 205, 205f
- intercostobraquial, 142
- nervio accesorio espinal, 137
- nervio axilar, 147
- nervio craneal XI, 137
- nervio escapular dorsal, 142

- nervio mediano, [145-146](#)
- nervio musculocutáneo, [145](#)
- nervio radial, [147-148](#)
- nervio torácico largo, [143](#)
- nervio ulnar, [146-147](#)
- piel, [142](#)
- plexo braquial, [137-140](#), [138f](#)
 - fascículo lateral, [144](#)
 - fascículo medial, [144-145](#)
 - fascículo posterior, [145](#)
 - ramos de las raíces, [142-144](#)
 - troncos y divisiones, [143](#)
- ramo colateral, [206](#)
- ramo cutáneo anterior, [206](#)
- ramo cutáneo lateral, [206](#)
- ramos, [206](#)
- ramos comunicantes, [206](#)
- ramos dorsales (posteriores), [142](#)
- ramos musculares, [206](#)
- ramos sensitivos peritoneales, [206](#)
- ramos sensitivos pleurales, [206](#)
- supraclavicular, [142](#)
- Nervio *abducens*, [657](#), [693](#)
- Nervio auricular mayor, [633-634](#), [669](#), [700](#), [704](#), [724](#)
- Nervio auriculotemporal, [629](#), [634](#), [703](#), [704](#), [705](#), [724](#)
- Nervio axilar, [147](#), [152](#)
- Nervio bucal, [634](#)
- Nervio cardíaco
 - inferior, [702](#)
 - medio, [702](#)
 - superior, [702](#)
- Nervio carotídeo interno, [702](#)
- Nervio carotidotimpánico, [702](#), [710-711](#)
- Nervio cervical
 - descendente, [700](#)
 - transverso, [700](#)
- Nervio ciático, [527f-528f](#), [529-531](#), [548](#), [597](#)
 - lesión, [530f-531f](#), [604](#)
 - ramos, [530f-531f](#), [548](#)
- Nervio cigomaticofacial, [634](#)
- Nervio cigomaticotemporal, [629](#), [634](#)
- Nervio ciliar corto, [657](#), [702-703](#)
- Nervio coclear, [712](#)
- Nervio craneal, [689](#)
 - abducens*, [657](#), [693](#)
 - accesorio, [697f](#), [697](#)
 - facial, [694f](#), [657](#), [693-694](#)
 - ganglio ciliar, [657](#)
 - glossofaríngeo, [695](#)
 - hipogloso, [697-698](#)
 - oculomotor, [656](#), [688](#)
 - olfatorio, [688](#)
 - óptico, [656f](#), [656](#), [688](#)
 - pares, [650](#), [688](#)
 - ramos, [702](#), [702](#)

- trigémino, 657, 688-693
- trocLEAR, 657, 688
- vago, 696f, 696-697
- vestibulococLEAR, 695f, 694-695
- Nervio cutáneo intermedio del muslo, 525f, 533, 536, 539f, 545, 545f
- Nervio cutáneo lateral
 - de la pantorrilla, 525f, 552, 554, 556
 - del muslo, 395, 396t, 525f, 533
- Nervio cutáneo medial
 - del muslo, 525f, 533, 545
- Nervio cutáneo perforante, 431, 431f, 432t
- Nervio cutáneo posterior
 - del antebrazo, 110f, 143f, 144f, 147
 - del brazo, 31f, 144f, 147
 - del muslo, 431, 432t, 525f, 531-533, 552, 554-556
- Nervio cutáneo transversO, 669
- Nervio del conducto pterigoideo, 667
- Nervio dorsal del pene (o el clítoris), 487f, 487
- Nervio espinal, 23f, 25-26, 63f, 64-66, 65f, 66f-69f, 68f, 69f, 72f
 - desarrollo, 70
 - ramo anterior, 70, 71f
 - ramo posterior, 70, 71f
- Nervio etmoidal
 - anterior, 618, 657, 657
 - posterior, 657
- Nervio facial, 694f, 636, 652, 702, 703, 710, 657, 693-694, 710, 724
 - glándula submandibular, 724
 - parto con fórceps, 627
 - ramo cervical de, 670
- Nervio femoral, 396f, 351, 355, 395, 396t, 599
 - anatomía, 544-546
 - lesión, 604
 - ramos, 545f, 545-546
- Nervio fibular
 - común
 - anatomía, 548f, 552, 600
 - lesión, 552
 - porción tibial, 432t
 - ramo sural comunicante, 552
 - ramos, 530f-531f
 - profundo, 525f, 552, 558, 572-573
 - superficial, 572
- Nervio frénico, 675, 700
 - accesorio, 700
 - lesión, 700
 - tórax, 264-265
- Nervio frontal, 657
- Nervio genitofemoral, 396, 497
 - ramo femoral, 533
 - ramo genital, 298, 299f
- Nervio glosofaríngeo, 679, 695, 702-703, 710-711, 724
- Nervio glúteo, 527f-528f, 532
 - inferior, 431, 431f, 432t, 532
 - superior, 431, 431f, 432t, 527f-528f, 530, 532
- Nervio hipogloso, 697-698, 700

- Nervio iliohipogástrico, 395, 396t
- Nervio ilioinguinal, 395, 396t, 497, 533, 536
- Nervio infraorbitario, 634, 766
- Nervio infratroclear, 634, 657
- Nervio intercostal, 205
 - bloqueo, 207
 - primero, 206
 - segundo, 206
- Nervio intercostobraquial, 206
- Nervio lagrimal, 634, 652, 657
- Nervio laríngeo
 - lesiones, 743
 - externo, 680, 742, 743, 751, 752
 - inferior, 742
 - recurrente, 264
 - superior, 742
- Nervio lingual, 703
- Nervio mandibular, 633-634, 665-668
- Nervio maxilar, 633-634, 667
- Nervio mediano, 117, 145-146, 149-151
 - cambios tróficos, 150
 - cambios vasomotores, 150
 - lesión
 - efectos motores, 149-150
 - efectos sensoriales, 150
 - ramos de la mano, 146
 - ramos del antebrazo, 145-146
 - nervio interóseo anterior, 145-146
 - ramos articulares, 145
 - ramos cutáneos palmares, 145
 - ramos musculares, 145
- Nervio mentoniano, 634
- Nervio musculocutáneo, 145, 149
- Nervio nasal externo, 634
- Nervio nasociliar, 657
- Nervio nasopalatino, 719-720
- Nervio obturador, 396, 396t, 422f, 430, 431f, 550f, 552
 - anatomía, 525f, 533, 547
 - dolor referido desde, 432
 - lesión, 545f, 605
 - ramos, 545f, 547
- Nervio occipital
 - mayor, 64, 629, 668-669
 - menor, 629, 669, 700, 704
- Nervio oculomotor, 656, 688, 702-703
- Nervio oftálmico, 633-634
- Nervio óptico, 656, 656f, 688
- Nervio perineal, 487, 487f, 493
- Nervio petroso
 - mayor, 620, 667, 703, 710
 - menor, 620, 667-668, 710-711
 - profundo, 620, 652, 667, 702, 710
- Nervio plantar
 - lateral, 568f
 - medial, 564f

Nervio pudendo, 422*f*, 431, 487, 487*f*, 527*f*-528*f*, 532
 porción tibial, 432*t*
 ramo perineal, 487*f*, 497-498, 502
 Nervio radial, 152-153
 lesión
 efectos motores, 153
 efectos sensitivos, 153
 nervio interóseo posterior, 148
 ramo profundo, 148, 530*f*-531*f*
 ramo superficial, 147-148
 ramos axilares, 147
 ramos de la fosa cubital, 147-148
 ramos del brazo, 147
 Nervio rectal inferior, 481*f*, 483, 486-487
 Nervio safeno, 525*f*, 535, 545-546, 554, 556, 572
 Nervio sensitivo de la cara, 633-634, 633*f*
 Nervio simpático, 452
 Nervio subcostal, 205
 Nervio supraclavicular, 669, 700
 Nervio supraorbitario, 629, 634, 657
 Nervio supratroclear, 629, 634, 657
 Nervio sural, 531*f*, 550*f*, 552, 556, 572
 Nervio tibial
 anatomía, 530*f*-531*f*, 552
 lesión, 530*f*-531*f*, 605
 posterior, 601
 ramos, 530*f*-531*f*
 Nervio timpánico, 705-706, 710-711, 724
 Nervio trigémino, 657, 688-693
 Nervio troclear, 657, 688
 Nervio ulnar, 117, 146-147, 151-152
 cambios vasomotores, 152
 húmero, epicóndilo medial, 146
 lesión
 efectos motores, 151, 152*f*
 efectos sensitivos, 150*f*, 152
 signo de Froment, 151
 ramo profundo, 146-147, 151
 ramo superficial, 146, 151
 ramos del antebrazo
 nervios digitales dorsales, 146
 ramo cutáneo posterior (dorsal), 146
 ramos articulares, 146
 ramos cutáneos palmares, 146
 ramos musculares, 146
 Nervio vago, 702-703, 719, 742
 ramo auricular, 704-705
 ramos, 264
 Nervio vestibular, 712
 Nervio vestibulococlear, 694-695, 695*f*
 Nervios accesorios, 697*f*, 697
 lesión, 137
 Nervios autónomos
 nervios pélvicos esplácnicos, 433
 pared pélvica, 432-433

- plexo hipogástrico inferior, 433
- plexo hipogástrico superior, 433
- porción pélvica del tronco simpático, 432-433
- testicular, 298
- Nervios cervicales, 23f, 31f
- Nervios ciliares largos, 657
- Nervios coccígeos, 25
- Nervios craneales, 25. *Véanse también* los nervios específicos
- Nervios cutáneos, 668-669
 - miembro inferior, 525f
 - muslo, 525f, 533
 - intermedio, 525f, 533, 536, 545
 - lateral, 525f, 533
 - medial, 525f, 533, 545
 - posterior, 525f, 531-532, 552
 - pierna, 525f, 554
- Nervios del sacro, 25
- Nervios digitales dorsales, 147-148
- Nervios esplácnicos, 29
 - pélvicos, 431, 433
- Nervios hipogástricos
 - derechos, 433
 - izquierdos, 433
- Nervios laríngeos internos, 742
- Nervios lumbares, 25
- Nervios olfatorios, 688, 733
- Nervios palatinos
 - mayores, 719-720
 - menores, 719-720
- Nervios parasimpáticos, 452
- Nervios plantares digitales, 571
- Nervios torácicos, 25
- Nervios vagos, 696-697, 696f
- Neumoartrografía, articulación de la rodilla, 582, 594f
- Neumonía, 238
- Neumotórax, 222, 225, 748
 - a tensión, 225
 - artificial, 225
 - después de bloqueo nervioso intercostal, 207
 - después de fractura de costilla, 198
 - espontáneo, 225
- Neuralgia del trigémino, 634
- Neuroglía, 24-25
- Neurohipófisis, 749
- Neurona(s), 24-25
 - preganglionares, 702
 - viscerales aferentes, 29
- Nodo
 - atrioventricular, 249
 - sinoatrial, 249
- Nódulo linfático, 35-36
 - aferente, 35-36
 - cervical
 - exploración, 687
 - importancia clínica, 687

- metástasis de carcinoma, 687
- superficial, 673
- cístico, 372
- eferente, 36
- ilíaco externo, 464
- ilíaco interno, 464
- inguinal
 - profundo, 526f, 537, 542f
 - superficial, 526f, 537, 543
- poplíteos, 552
- preaórticos, 394
- regionales, piel y, 296
- submandibular, 631-632, 635
 - agrandamiento, 724
- supratroclear, 161
- Nódulos axilares
 - anteriores, 263
 - posteriores, 263
- Nódulos broncopulmonares, 235
- Nódulos bucales, 687
- Nódulos cervicales
 - anteriores, 687
 - inferiores, 702
 - profundos, 687
 - regionales, 687
 - superiores profundos, 734
- Nódulos faciales, 687
- Nódulos inguinales superficiales, 485-486, 497
- Nódulos intercostales posteriores, 263
- Nódulos laríngeos, 687
- Nódulos linfáticos
 - aórticos, 298, 301, 382, 497
 - laterales, 394-395
 - axilares, 160f, 159-161
 - exploración, 161
 - grupo anterior (pectoral), 160
 - grupo apical, 160
 - grupo central, 160
 - grupo infraclavicular (deltopectoral), 160
 - grupo lateral, 160
 - grupo posterior (subescapular), 160
 - tronco linfático subclavio, 161
 - cervicales profundos, 673, 677, 752, 754
 - exploración, 687
 - metástasis de carcinoma, 687
 - inguinales
 - profundos, 526f, 537, 542f
 - superficiales, 526f, 537
 - paratraqueales, 754
 - parotídeos, 635
 - poplíteos, 552
 - preaórticos, 394
 - submentonianos, 635
- Nódulos mastoideos, 632, 686
- Nódulos medios, 702

Nódulos mesentéricos inferiores, 440, 444, 483
 Nódulos occipitales, 632, 686
 Nódulos paraaórticos, 459
 Nódulos pararrectales, 483, 486
 Nódulos paratraqueales, 687
 Nódulos paravertebrales, 27
 Nódulos parotídeos, 687
 superficiales, 632
 Nódulos preauriculares, 632
 Nódulos pulmonares, 235
 Nódulos retroauriculares, 686
 Nódulos retrofaríngeos, 687
 Nódulos submandibulares, 687, 734
 Nódulos submentonianos, 687
 Nódulos superiores, 702
 Nódulos torácicos internos, 263
 Nódulos traqueobronquiales, 235
 Noradrenalina, 387
 Notocorda, 51, 52f
 Núcleo
 cuneiforme, 649
 de Edinger-Westphal, 702 dentado, 649
 dorsal del vago, 702
 grácil, 649
 pulposo, 55, 57
 disco intervertebral, 51, 52f
 hernia, 71-73
 salivar
 inferior, 702
 superior, 702
 Núcleos olivares, 649

O

Oblicuo
 externo, 284f, 285, 285t
 interno, 285, 285t, 287f, 288f
 Obstrucción
 arterial mesentérica, 350
 de la cava, 262, 295
 herniaria, 335
 Obturador externo, 546t, 547
 Obturador interno, 518, 518f, 528f, 529t, 532, 576f
 Oído
 externo, 704f, 703-704
 interno, 711f, 711-712
 medio, 706f-707f, 705-711, 708t
 membrana timpánica, 705f, 704-705
 Ojo
 acomodación, 663-664
 capa fibrosa, 660
 capa nerviosa, 660, 663
 capa vascular pigmentada, 660-663
 córnea, 660
 coroides, 661

- cuerpo ciliar, 661-662
- cuerpo vítreo, 663
- esclera, 660
- estructura, 660-664
- humor acuoso, 663
- iris, 662-663
- lente, 663-664
- ligamento suspensorio de, 658
- pupila, 662-663
- traumatismo, 664
- Olivas, 649
- Ombligo, 282
 - anatomía, 319
 - defectos congénitos, 308, 308f-317f
 - desarrollo, 307, 307f
- Ombligo (umbo), 704
- Omento
 - gastroesplénico, 330-331, 340-341, 364, 377
 - mayor, 330-331, 335
 - menor, 330-331, 337
- Oogonio, 460
- Ora serrata*, 663
- Órbita, 667
 - aparato lagrimal, 652-653
 - entrada, 654
 - nervios, 656-657, 656f
 - párpados, 650-652, 651f, 652f, 653t
 - vasos linfáticos y sanguíneos, 657-658
- Oreja, 703-704, 764
- Órgano de Corti, 712
 - en espiral, 712
- Órgano pineal, 649
- Orgasmo en la mujer, 502
- Orificio
 - atrioventricular derecho, 246
 - cardíaco, 344
 - lagrimal, 650
 - omental, 330f, 331
 - pilórico, 341
 - uretral interno, 450
 - uterino
 - externo, 462f, 464
 - interno, 462f, 464
 - vaginal, 509f, 510
- Orificios lagrimales, 652-653
- Orificios nasales, 731-732
 - músculos, 636
- Origen (músculo), 19
- Orina, extravasación, capa membranosa de la fascia superficial y, 284
- Osificación, 60
 - endocondral, 12, 614
 - membranosa, 614
- Osteofitos, 71
- Osteología, 613-628
 - clavícula, 88-89

- escápula, [89-90](#)
- falanges, [98](#)
- fémur (*véase* Fémur)
- fíbula, [520-521](#), [520f](#)
- hueso coxal, [514-516](#), [514f-515f](#)
- huesos del carpo, [96-98](#)
- huesos del pie (*véase* Pie)
- huesos metacarpianos, [98](#)
- húmero, [90-92](#)
- patela, [519](#), [520f](#)
- radio, [92-94](#)
- tibia, [519-520](#), [520f](#)
- Osteomielitis, [632](#)
- Osteoporosis, [51](#), [60](#)
- Otitis media
 - complicaciones, [710](#)
 - infecciones, [710](#)
- Otoesclerosis, [710](#)
- Ovario
 - desarrollo, [460](#)
 - descenso, [297](#)
 - imperfecto, [460](#)
 - disgenesia, [460](#)
 - drenaje linfático, [459](#)
 - forma y tamaño, [458](#), [459f](#)
 - función, [459](#)
 - inervación, [459](#)
 - irrigación sanguínea, [459](#)
 - ligamento suspensorio, [434](#), [459](#), [470](#)
 - localización, [458](#)
 - posición, [459](#)
 - quistes, [459](#)
- Ovocitos, [460](#)
- Óvulos, [459](#)

P

- Pabellón de la oreja, [703-704](#)
- Paladar, [713](#), [718-720](#), [719f](#), [720f](#), [721t](#)
 - blando, [713](#), [718](#), [721-722](#)
 - duro, [616](#), [713](#), [718](#), [721-722](#)
 - hendido superior medial, [637-638](#)
 - primario, [721-722](#)
 - secundario, [721-722](#)
- Palatino, [730](#)
- Palma
 - de la mano, [119f](#), [121f](#), [131f](#), [133f](#) (*Véase también* Mano)
 - e infección, espacios fasciales, [123](#)
- Palmar, definición, [3](#)
- Palpación, [682](#)
 - arterial y compresión, [158](#)
- Páncreas
 - anatomía, [328](#), [328f](#), [374-375](#)
 - anular, [376](#)
 - cáncer, [375](#)

- cola, esplenectomía, 375
- conductos pancreáticos, 375
- desarrollo, 376
- drenaje linfático, 375
- ectópico, 377
- enfermedad fibroquística congénita, 377
- inervación, 375
- irrigación sanguínea, 375
- proyecciones en la superficie, 321
- relaciones, 374
- traumatismo, 375
- Pantorrilla, nervio cutáneo lateral de, 525f, 552, 554, 556
- Papila
 - capilar, 7
 - duodenal, 370-371, 375, 376
 - mayor, 346, 347, 370-371
 - menor, 346, 375
 - lagrimal, 650
 - renal, 380, 381f
- Papilas caliciformes, 715
- Papilas circunvaladas, 717
- Papilas filiformes, 715
- Papilas fungiformes, 715
- Paracentesis, 243, 315-317
- Parálisis
 - cerebral, 547
 - de Erb-Duchenne, 149f, 148
 - de Klumpke, 148-149
 - del nervio radial (mano caída), 153f
 - diafragmática, 204, 700
 - nerviosa, 748
- Parametrio, 427, 464, 470
- Pared abdominal
 - anatomía, 280, 280-282, 282-301, 304-305, 318-322
 - anatomía de superficie, 318-322
 - anterolateral, 282-301
 - arterias, 282f, 282, 294-295
 - fascia extraperitoneal, 293
 - fascia profunda, 283
 - fascia transversa, 288f, 291-293
 - linfáticos, 295f, 295-296
 - aspecto general, 281
 - canal inguinal
 - anatomía, 296-297
 - desarrollo, 298f, 297-298
 - función, 296
 - mecánica, 297f, 296-297
 - paredes, 296
 - cordón espermático, 299f, 300f, 297-299
 - cobertura, 286f, 298-299
 - estructuras, 299f, 300f, 297-298
 - costillas, duodécimo par, 304
 - cuadrantes, 318f, 319
 - desarrollo, 306f-307f, 306-307
 - epidídimo

- anatomía, 299*f*, 319, 301
- drenaje linfático, 300*f*, 301
- irrigación sanguínea, 301
- escroto
 - alteraciones clínicas, 301
 - anatomía, 286*f*, 286*f*, 299*f*, 300
 - drenaje linfático, 300*f*, 300
- fascia superficial, 283*f*, 283
- heridas por arma blanca, 314
- heridas por arma de fuego, 314
- ilion, 281*f*, 281
- incisión quirúrgica, 282, 314-315
- inervación, 282*f*, 282, 293, 294, 285*t*
- labios mayores, 301
- lavado peritoneal, 316*f*, 316
- líneas y planos, 318*f*, 319
- músculo cuadrado lumbar, 281*f*, 304-305, 305*t*
- músculo iliaco, 305*f*, 305, 305*t*
- músculo piramidal, 284*f*, 289, 285*t*
- músculos, 283-291, 285*t*
 - función, 291
 - inervación, 291
- oblicuo externo, 284*f*, 285, 285*t*
- oblicuo interno, 287*f*, 288*f*, 285, 285*t*
- ombbligo
 - anatomía, 319
 - defectos congénitos, 308*f*-317*f*, 308
 - desarrollo, 307*f*, 307
- paracentesis, 315*f*, 316*f*, 315-317
- peritoneo parietal, 290*f*, 293
- piel, 282
- posterior
 - huesos, 305*f*
 - músculos, 305*f*, 304-305, 305*t*
- psoas mayor, 305*f*, 304
- puntos de referencia superficiales, 318-319
- recto abdominal, 284*f*, 286-289, 319, 285*t*
- revestimiento fascial, 292*f*, 293
- revestimiento peritoneal, 292*f*
- testículos
 - alteraciones clínicas, 302*f*, 301
 - anatomía, 299*f*, 300-301
 - anomalías del descenso, 304*f*, 304
 - desarrollo, 303*f*-304*f*, 303-304
 - descenso, 298*f*, 304*f*, 304
 - drenaje linfático, 300*f*, 301
 - irrigación sanguínea, 301
- transverso, 284*f*, 286, 285*t*
- vaina de los rectos, 284*f*, 289-291
- venas, 283*f*, 282, 295
- vértebras lumbares, 281*f*, 280-281
- Pared anterior, 706
- Pared carotídea, 706
- Pared del suelo, 654
- Pared inferior, 654

- Pared laberíntica, 706
- Pared lateral, 653, 706
- Pared mastoidea, 706
- Pared medial, 654, 706
- Pared membranosa, 706
- Pared pélvica
 - anatomía, 415-438
 - anatomía de superficie, 434-436, 435f-436f
 - anterior, 419
 - arteria iliaca común, 433
 - arteria iliaca externa, 433
 - arteria iliaca interna, 433-434
 - arteria ovárica, 434
 - arteria rectal superior, 434
 - arteria sacra media, 434
 - articulación sacrococcígea, 424
 - articulaciones sacroilíacas, 421f-422f, 424
 - cambios relacionados con la edad, 424
 - coccígeos, 421t, 424
 - cóccix, 419, 436
 - elevador del ano, 422-424
 - estructura, 417-422
 - inferior (véase Suelo pélvico)
 - lateral, 427
 - hueso coxal, 421-422
 - ligamento sacroespinoso, 421-422
 - ligamento sacrotuberoso, 421
 - membrana obturatriz, 421
 - obturador interno, 422
 - músculos, 421t
 - nervios autónomos, 432-433
 - piriforme, 421t
 - plexo hipogástrico
 - inferior, 433
 - superior, 431f, 433
 - plexo sacro, 430-431, 431f
 - posterior, 419, 427, 431f
 - ramos del plexo lumbar, 430
 - sacro, 419
 - sínfisis del pubis, 421f-422f, 424
 - útero, 436, 437f
 - vejiga urinaria, 436, 437f
 - vena iliaca
 - externa, 434
 - interna, 434
 - venas sacras medias, 434
- Pared posterior, 706
- Pared superior, 653
 - anatomía, 192-217
 - anatomía de superficie, 211-216
 - anatomía radiológica (véase Tórax, anatomía radiológica)
 - anterior, 194f, 212f, 211
 - arteria torácica interna, 201f, 205f, 206-208
 - arterias intercostales, 201f, 205f, 207
 - cartílago costal, 194f, 196

- corazón, [216](#), [216f](#)
- costilla, [194f](#), [195-196](#), [196f](#)
- diafragma, [202-203](#), [202f](#)
- drenaje linfático, [208](#)
- espacios intercostales, [200](#), [200f](#)
- esternón, [193-195](#), [194f](#)
- fascia endotorácica, [199](#)
- glándula mamaria, [212f](#), [216](#)
- inervación cutánea y dolor referido, [206](#)
- latido del vértice, [213](#)
- líneas de orientación, [214](#)
- membrana suprapleural, [199](#), [200f](#)
- músculos elevadores de las costillas, [205](#)
- músculos intercostales, [200-202](#), [200f](#), [201t](#), [201f](#)
- nervio intercostal, [200f](#), [201f](#), [205](#), [205f](#)
- osteología, [193-198](#)
- pezón, [213](#)
- pleura, [214f](#), [215](#), [215f](#)
- pliegue axilar, [213](#)
- posterior, [213f](#), [214f](#), [213](#)
- pulmones, [214f](#), [215](#), [215f](#)
- puntos de referencia superficiales, [213](#), [213f](#), [214f](#)
- serrato posteroinferior, [201t](#), [205](#)
- serrato posterosuperior, [201t](#), [205](#)
- timo, [244f](#), [268](#)
- tráquea, [214-215](#), [214f](#)
- vasos sanguíneos torácicos, [216](#)
- vena torácica interna, [207](#)
- venas intercostales, [205f](#), [207](#), [207f](#)
- Pared yugular, [705-706](#)
- Paredes orbitarias, [653](#)
- Paroniquia, [8](#)
- Párpado
 - anatomía, [650](#)
 - movimientos, [652](#)
 - músculos, [652](#), [636](#), [653t](#)
- Parrilla costal, [210](#)
- Parte alveolar, [623](#)
- Parto, útero en, [466](#)
- Patela
 - anatomía, [519](#), [520f](#)
 - dislocación, [521](#)
 - fracturas, [521](#)
 - vista tangencial, [594f](#)
- Pectíneo, [396t](#), [540t](#)
- Pedículos, [46](#)
- Pedúnculo cerebeloso
 - inferior, [649](#)
 - medio, [649](#)
 - superior, [649](#)
- Pedúnculos cerebrales, [649](#)
- Pelvis, [281-282](#)
 - anatomía, [416](#), [417f](#)
 - anatomía radiológica, [436](#)
 - arterias, [434](#)

- articulaciones, 424
- como cavidad, 416, 425
- de la mujer, 444f, 476f, 482f, 509f, 482
- del hombre, 441f-442f, 482
- diferencias biológicas entre sexos, 425, 425f
- doble, 387
- eje, 425f, 426
- falsa, 416, 416
 - fractura, 428
- fracturas, 428-429, 429f-430f
- hombres, 417f
- mediciones obstétricas, 425-427
- mujeres, 426f, 427, 509f
- nervios, 430-433
- ósea, 416, 417f
- sección coronal, 428f
- venas, 434
- verdadera, 416-417, 417f
 - arterias, 433-434
 - fracturas, 428-429
 - traumatismos, 429
- Pelvis renal, 380, 383f
- Pelvis verdadera, 416
 - anatomía, 416-417, 417f
 - arteria iliaca interna, 422f, 433-434, 433f
 - arterias, 433-434
 - fracturas, 428-429, 429f-430f
 - lesiones, 429
 - traumatismo, 429
- Pene
 - arteria dorsal de, 496
 - bulbo, 507
 - cuerpo, 493f, 496, 507
 - drenaje linfático, 497
 - erección, 498
 - eyaculación, 498-499
 - glande, 493f, 507-508
 - inervación, 497
 - irrigación sanguínea, 493f, 494f, 495f, 496-497
 - localización, 493f, 495, 495f
 - nervio dorsal, 487, 494f, 495f, 498
 - pilar
 - derecho, 507
 - izquierdo, 507
 - raíz, 493f, 495f, 496, 496f, 507
- Percusión, tórax, 214
- Perforación esofágica, 747
- Pericapsulitis supraespinosa, 126, 126f
- Pericardio
 - anatomía, 241-242
 - capa parietal, 241
 - capa visceral, 255
 - fibroso, 241, 242f, 243f
 - inervación, 242
 - seroso, 241-242, 242f, 243f

Pericarditis, 243
 Pericráneo, 628
 Perilinf, 711
 Periné
 anatomía, 479-511
 anatomía de superficie, 481f, 507-510, 509f
 anatomía radiológica, 507, 507f-508f
 arteria pudenda interna, 481f, 483-485, 487, 494f, 496, 498, 500
 canal anal
 anatomía, 482-487
 drenaje linfático, 484f, 486
 estructura, 483-485, 483f, 484f, 485f
 inervación, 481f
 irrigación sanguínea, 484f, 486
 localización, 482, 482f
 relaciones, 482f, 483, 483f
 revestimiento muscular, 483f, 485
 causas, 481
 clitoris, 494f, 500, 501f, 509f, 510
 cóccix, 481f, 507
 compartimento perineal superficial
 anatomía, 492f, 493, 494f
 hombres, 487f, 492f, 496f, 497
 mujeres, 482f, 494f, 501f, 502
 defecación, 487
 definición, 480, 480f, 481f
 diafragma pélvico, 480, 480f
 diafragma urogenital, 492f, 493-495, 494f
 en forma de diamante, 481, 481f
 epidídimos, 509
 escroto, 497
 esfínter uretral, 494f, 498, 502
 esfínteres anales, 483f, 484f, 485, 485f, 486t
 exploración del paciente en posición de litotomía, 481
 fórnix perineal profundo
 anatomía, 492f, 494f, 495
 hombres, 494f, 497-498
 mujeres, 486t, 494f, 502
 glándulas parauretrales, 501f, 503
 glándulas vestibulares mayores, 494f, 500-502, 501f, 510
 lesión durante el parto, 482f, 504 músculos, 486t
 nervio pudendo, 487f, 497, 502 orgasmo, 502
 pene, 493f, 507-508
 cuerpo, 493f, 495f, 496
 drenaje linfático, 497
 erección, 498
 eyaculación, 498-499
 inervación, 497
 irrigación sanguínea, 493f, 494f, 495f, 496-497
 localización y descripción, 482f, 493f, 495-497, 495f
 raíz, 493f, 495f, 496f
 sínfisis del pubis, 481f, 507
 tendón central, 481
 testículos, 509
 triángulo anal, 481f, 482-487, 507

- triángulo urogenital, [481f](#), [492-495](#), [492f](#), [493f](#), [494f](#), [495f](#), [496f](#)
 - espacio (compartimento) perineal superficial, [492f](#), [493](#), [494f](#)
 - fascia superficial, [492-493](#), [492f](#), [493f](#)
 - hombres, [482f](#), [495-499](#), [507-509](#)
 - mujeres, [482f](#), [486t](#), [494f](#), [496f](#), [500-503](#), [501f](#), [509-510](#), [509f](#)
- tuberosidad isquiática, [481f](#), [504](#), [507](#)
- uretra
 - hombres, [482f](#), [493f](#), [494f](#), [495f](#), [499](#)
 - membranosa, [494f](#), [498-499](#)
 - mujeres, [482f](#), [501f](#), [503](#)
 - peneana, [482f](#), [494f](#), [495f](#), [499](#)
 - prostática, [499](#)
- vagina
 - drenaje linfático, [503](#)
 - inervación, [503](#)
 - irrigación sanguínea, [503](#)
 - localización y descripción, [482f](#), [501f](#), [503](#)
- vena pudenda interna, [487](#)
- vulva, [500](#), [501f](#), [509](#), [509f](#)
- Periostio, [9](#)
- Peristaltismo, [22](#), [339](#)
- Peritoneo, [444f](#), [455](#), [459f](#), [465f](#), [470-471](#)
 - anatomía, [329-333](#)
 - bolsa omental, [329](#), [331](#), [332f](#)
 - desarrollo, [337-338](#), [337f-338f](#)
 - disposición, [329](#), [329f-330f](#)
 - espacios subfrénicos, [331-332](#), [333f-334f](#)
 - funciones, [332-333](#), [333f-334f](#)
 - inervación, [332](#)
 - ligamentos anchos, [470-471](#)
 - ligamentos peritoneales, [330](#), [330f](#), [369](#)
 - mesenterio, [330f](#), [331](#)
 - omentos, [327f](#), [330-331](#), [330f](#)
 - parietal, [329](#), [332](#), [335](#)
 - pélvico, [427](#), [428f](#)
 - pliegues cecales, [331](#), [333f](#)
 - pliegues duodenales, [331](#), [332f](#)
 - pliegues intersigmoideos, [331](#), [333f](#)
 - rectal, [443](#)
 - relaciones intraperitoneales y retroperitoneales, [329-330](#)
 - surcos paracólicos, [332](#)
 - visceral, [329](#), [332](#), [336](#), [341](#)
- Periumbilical, [319](#)
- Perpendicular, [733](#)
- Pestañas, [650](#)
- Pezón, [187](#), [213](#)
 - retraído, [103-104](#)
 - supernumerario, [103-104](#)
- Pezones, retracción de, [103](#)
- Piamadre, [25](#)
 - encéfalo, [645](#)
 - médula espinal, [63f](#), [65f](#), [69](#)
- Pie, [514](#)
 - acción propulsiva, [589-590](#)
 - anatomía, [521-524](#)

anatomía de superficie, 601*f*, 602*f*, 601-603
 arcos
 anatomía, 587*f*, 588*f*, 587
 huesos, 588*f*, 588
 mantenimiento, 588*f*, 589*f*, 588
 mecanismos de soporte, 589*f*, 588-589
 problemas clínicos, 590
 cara anterior, 602*f*
 cara posterior, 602*f*
 como palanca, 587*f*, 587
 como unidad funcional, 587-590
 dorso
 arco venoso dorsal, 534*f*, 572
 arteria, 568*f*, 573*f*, 572
 estructuras, 573*f*
 inervación, 573*f*, 572-573
 músculos, 554*f*-555*f*, 572, 573*t*
 piel, 525*f*, 572
 equinovaro, 591
 huesos, 522*f*-523*f*, 521-524
 innervación sensitiva, 525*f*, 572
 inserciones musculares, 523*f*, 523*f*
 inversión, 586
 plano, 587*f*
 planta
 arterias, 551*f*, 568*f*, 568-571, 570*t*-571*t*
 fascia profunda, 564*f*, 564
 músculos, 565*f*-569*f*, 564-565, 570*t*-571*t*
 nervios, 531*f*, 566*f*, 568*f*, 571
 piel, 525*f*, 563
 tendones largos, 565-568
 venas, 571
 proyecciones en la superficie, 601*f*
 radiografía anteroposterior, 596*f*, 596*f*
 Pie caído, 605*f*, 552, 604
 Pie calcáneo valgo, 591
 Pie cavo, 590
 Pie en garra, 590
 Pie equino varo, 591, 592*f*
 Pie peduncular, 649
 Pie plano, 590
 Piel, 142, 628
 anatomía, 6-7, 7*f*
 apéndices, 6
 cara, 632-633
 escroto, 300
 innervación segmentaria, 30
 innervación sensitiva, 150*f*, 572
 infección, 8
 injerto, 8
 línea de tensión cutánea, 282
 muslo, 525*f*, 533
 nalgas, 525*f*
 nervio plantar lateral, 562
 pared anterior abdominal, 282

- perianal, 490
- pie, 563-573
- pierna, 525f, 554-556
- pliegues, 6, 7f
- quemadura, 8
- ramo calcáneo medial, 562
- Piel de gallina, 7
- Pielografía, 407
- Piernas, 514. *Véase también* Tobillo; Pie
 - arterias, 526f, 537, 556
 - cara anterior, 556, 601f
 - cara posterior, 556
 - estructuras profundas, 551f
 - caras anterior y posterior de las estructuras, 554f
 - compartimentos fasciales, 553-554, 553f, 554f, 555f, 556f, 557
 - compartimentos fasciales anteriores
 - arteria, 544f, 550f, 553f, 554f, 557-558
 - contenido, 550f, 554f, 557-558
 - inervación, 530f-531f, 558
 - músculos, 553f, 554f, 555f, 557, 557t
 - síndrome compartimental, 558
 - compartimentos fasciales laterales, 559
 - arteria, 559
 - contenido, 554f-555f
 - músculos, 553f, 554f, 555f, 556f, 559, 559t
 - nervio, 530f-531f, 559
 - compartimentos fasciales posteriores, 559-562
 - arteria, 550f, 556f, 561-562
 - músculos, 551f, 553f, 555f, 556f, 559-561, 560f, 561t
 - nervio, 531f, 550f, 551f, 553f, 556f, 560f, 562
 - enfermedad arterial oclusiva, 603
 - huesos, 514-524, 514f-515f
 - inervación simpática, 603
 - nervios cutáneos, 554
 - piel, 554-556
 - sección transversal, 553f
 - trombosis venosa profunda, 562
 - venas superficiales, 534f, 550f, 556
- Pilar(es), 202-203
 - del clítoris, 500
 - del pene, 493f, 496f, 496
- Píloro, 340
- Pinealocitos, 750
- Pioneumotórax, 225
- Pirámide, 649, 706
- Pirámides renales, 380
- Piriforme (músculo), 518f, 529t
- Placa neural, 39
- Placas de Peyer, 348
- Placenta, 39
- Plano
 - intercrestal, 319
 - intertubercular, 319
 - lateral, 3
 - medial, 2

- definición, 3
- orbitomeático, 613
- sagital, 50, 50f
- subcostal, 319
- transpilórico, 319
- Planos coronales (frontales), 2
- Planos horizontales, 2
- Planos transversales, 2
- Planta del pie
 - arterias, 551f, 568-571, 568f, 570t-571t
 - fascia profunda, 564, 564f
 - músculos, 564-565, 565f-569f, 570t-571t
 - nervios, 531f, 566f, 568f, 571
 - cutáneos, 564f
 - piel, 525f, 563
 - tendones largos, 565-568
 - vaina sinovial, 567f
 - venas, 571
- Plantar, definición, 3
- Platisma, 669, 670f
 - identificación clínica, 670
 - inervación y alteración de la boca, 670
 - músculo, 768
 - tono e incisiones cervicales, 670
- Pleura
 - anatomía, 214f, 215, 221f, 222-223, 223f-224f, 224f
 - borde anterior, 215
 - borde inferior, 215
 - costal, 222-223
 - cúpula cervical, 216
 - desarrollo de, 239-240
 - diafragmática, 222-223
 - inervación, 223, 224f
 - mediastínica, 222-223
 - parietal, 36-37, 37f, 193, 200, 202, 206, 215, 215f, 223f-224f, 239-240
 - torácica, 215f
 - visceral, 193, 239-240
 - vísceras, 36-37, 37f
- Pleuresía, 225
- Plexo
 - aórtico, 397, 397f
 - braquial, 26 (*véase también* Plexo braquial)
 - cardíaco, 248
 - celíaco, 369, 397
 - cervical, 26
 - esofágico, 264
 - hipogástrico, 450, 483
 - inferior, 431f, 433, 440
 - superior, 431f, 433
 - lumbosacro, 26
 - mesentérico, 343, 353-354, 397
 - pampiniforme, 298, 300-301
 - patelar, 533
 - profundo, 235
 - pulmonar, 264

- renal, 397
- sacro
 - anatomía, 430-431, 431f, 432t
 - invasión por tumores malignos, 432
 - presión por la cabeza fetal, 432
 - ramos, 420f, 422f, 431, 431f, 432t
 - relaciones, 430-431
- superficial, 235
- venoso, 34
 - prostático, 454f, 455-456
 - vertebral, 63-64, 63f
 - vesical, 450
- Plexo aórtico, 397f, 397
- Plexo braquial, 23f, 26, 26, 138f, 138f, 139f, 137-140
 - anatomía, 701f, 700-701
 - bloqueo nervioso, 701
 - compresión de la arteria subclavia, 701
 - fascículo inferior, 138
 - fascículo lateral, 138
 - fascículo medial, 138
 - fascículo medio, 138
 - fascículo posterior, 138
 - fascículo superior, 138
 - lesiones, 148-149, 701
 - inferiores, 148-149
 - superiores, 148
 - nervio axilar, 142f, 139
 - nervio mediano, 141f-143f, 139
 - nervio musculocutáneo, 141f-143f, 139
 - nervio radial, 143f, 139
 - nervio ulnar, 142f, 139
 - ramos, 676, 768
 - y distribución, 140f, 140t-141t
 - troncos, 768
 - vaina axilar, 138
- Plexo cardíaco, 248, 703
- Plexo celiaco, 369, 397
- Plexo cervical, 23f, 26, 669, 700, 700t
- Plexo coroideo, 70, 645, 649
- Plexo de Auerbach, 703
- Plexo de Meissner, 703
- Plexo esofágico, 264
- Plexo hipogástrico, 450, 483
 - inferior, 431f, 433
 - superior, 397, 431f, 433
- Plexo lumbar, 430
 - anatomía, 395-396, 396f
 - ramos, 430, 431f
- Plexo lumbosacro, 26
- Plexo mesentérico, 343, 353-354, 397, 433
 - inferior, 397
 - superior, 343, 347, 397
- Plexo mientérico, 703
- Plexo mucoso, 703
- Plexo pampiniforme, 298, 300-301

- Plexo patelar, 533
- Plexo profundo, 235
- Plexo pulmonar, 235, 264, 703
- Plexo renal, 397
- Plexo sacro
 - anatomía, 430-431, 431*f*, 432*t*
 - invasión por tumores malignos, 432
 - presión por la cabeza fetal, 432
 - ramos, 431, 432*t*
 - relaciones, 430-431
- Plexo superficial, 235
- Plexo timpánico del nervio glosofaríngeo, 705, 710-711
- Plexo venoso
 - basilar, 645-646
 - prostático, 454*f*, 455-456
 - pteroideo, 635, 665-666
 - suboccipital, 631
 - vertebral, 64
 - externo, 63
 - interno, 63, 63*f*
 - vesical, 450
- Pliegue
 - axilar
 - anterior, 213
 - posterior, 213
 - fijo, 740
 - fimbriado, 713, 715
 - genital, 504, 505*f*-506*f*
 - glosoepiglótico
 - lateral, 727, 737
 - medial, 727, 737
 - infrapatelar, 580
 - interureteral, 450
 - lagrimal, 653
 - móvil, 740
 - palatogloso, 713
 - pleural, 215
 - rectal transversal, 441
 - salpingofaríngeo, 726-727
 - semilunar, 650
 - sublingual, 713, 725
 - ungueal, 6-7
 - vestibular, 738, 740
 - vocal, 738-740
 - falso, 740
 - movimiento, 741-742
 - verdadero, 740
- Pliegues
 - alares, 579*f*, 580
 - ariopiglóticos, 737, 737, 739
 - axilares, 213
 - anteriores, 179-180
 - cecales, 331
 - circulares, 347, 355
 - duodenales, 332*f*, 331

- intersigmoideos, [331](#), [333f](#)
- maleolares
 - anteriores, [704-705](#)
 - posteriores, [704-705](#)
- mucosos, recto, [445](#)
- Polidactilia, [177](#)
- Polígono de Willis. *Véase* Círculo arterial cerebral
- Poliomielitis, [530](#)
- Politelia, [104](#)
- Poplíteo, [549](#), [550f](#), [551f](#), [553f](#), [561t](#), [581](#)
- Porción
 - anterior, [750](#)
 - distal, [749](#)
 - flácida, [704-705](#)
 - inferior, [706](#)
 - intermedia, [749-750](#)
 - intrapetrosa, [710](#)
 - orbitaria, glándula lagrimal, [652](#)
 - palpebral de la glándula lagrimal, [652](#)
 - superior, [706](#)
 - tensa, [704-705](#)
 - tuberal, [749-750](#)
- Posdestete, [101-102](#)
- Posición, términos relacionados con, [2-4](#), [3f](#)
- Posición anatómica, [3f](#), [2](#)
- Posición de pie inmóvil, [589](#)
- Posmenopausia, [101f](#), [102](#)
- Posterior, definición, [3](#)
- Premaxilar, [637](#)
- Prepucio, [482f](#), [496](#), [500](#), [505](#), [506f](#), [507-508](#), [509f](#), [510](#)
- Presbicia, [664](#)
- Primer hueso metatarsiano, [524](#)
- Primer nervio intercostal, [206](#)
- Primera arteria metatarsiana dorsal, [573f](#), [572](#)
- Primera costilla, [196f](#), [198-199](#), [195-196](#)
- Primera vértebra cervical, [49f](#), [48-49](#)
- Probóscide lateral, [735](#), [735f](#)
- Procedimiento perineal, [504](#), [504f](#)
- Proceso(s)
 - alveolar, [616](#)
 - anterior, [708](#)
 - articulares, [48](#)
 - ciliares, [661](#)
 - clinoides anterior, [618](#)
 - clinoides posterior, [620](#)
 - cocleariforme, [706](#)
 - condilar, [623](#), [623-624](#)
 - coracoides, [90](#)
 - escápula, [90](#)
 - coronoides, [623](#)
 - corto, [708](#)
 - costales, [52f](#), [53f](#), [51](#), [53](#), [53t](#)
 - del yunque, [708](#)
 - espinosos, [46-48](#), [48t](#), [53f](#), [79f](#), [82f](#), [84f](#), [597](#), [598f](#)
 - estiloides, [94](#), [617](#)

- frontales del maxilar, 731
- frontonasales, 637
- largo, 708
- lateral, 708
- mandibulares, 637
- mastoides, 627, 764
- maxilares, 637
- muscular, 737
- nasales
 - laterales, 637
 - mediales, 637
- palatino, 721-722
- transversos, 46-48
 - del cóccix, 419
- unciforme, 367f, 374
- vaginal, 297-298, 298f, 301-302
- vocal, 737
- xifoides, 193, 194f, 195, 201t, 318
- Proctodeo, 491
- Profundo, definición, 3
- Progesterona, 459
- Prolapso
 - rectal, 430
 - incontinencia y, 490
 - uterino, 430, 467
 - vaginal, 430
- Prominencia
 - del conducto facial, 706
 - del conducto semicircular lateral, 706
 - laríngea, 737
- Promontorio, 706, 711
 - sacro, 49, 416, 419
- Pronefro, 384
- Prono, definición, 4
- Próstata
 - actividad y enfermedad, 455
 - cáncer, 456
 - crecimiento benigno, 455-456
 - drenaje linfático, 455
 - estructura, 453, 454f
 - exploración, 455
 - función, 455
 - inervación, 455
 - irrigación sanguínea, 455
 - localización, 443f-444f, 453-454
 - relaciones, 443f-444f, 454
- Protracción, definición, 6
- Protrusión, 715
 - de la mandíbula, 626
- Protuberancia occipital
 - externa, 81, 763
 - interna, 619f
- Proximal, definición, 3
- Prueba de Allen, 158
- Psoas, 540t

- mayor, 304, 305f
- Pterión, 616, 646
- Ptosis, 703
 - del hombro, 91
- Pubertad en mujeres, 100
- Pubis, 516
- Pubococcígeo, 422
- Puborrectal, 422, 482f, 483f, 484f, 485, 486t
- Puente, 649
- Puente nasal, 731
- Pulgar
 - abducción, 137
 - aducción, 137
 - falange terminal, 150
 - flotante, 178f, 177
 - y músculos del meñique, 137
- Pulmón
 - acceso quirúrgico, 238
 - anatomía, 214f, 215, 232
 - anomalías congénitas, 240
 - borde anterior, 215, 232
 - borde inferior, 215
 - borde posterior, 215
 - cambios relacionados con la edad, 210
 - cáncer, 239
 - desarrollo, 239-240, 240f-241f
 - exploración física, 238
 - fisura horizontal, 215
 - fisura oblicua, 215
 - fisuras, 232, 233t
 - funciones, 236t
 - hilio, 221f, 222
 - inervación, 235
 - irrigación sanguínea, 234-235
 - circuito no respiratorio, 234
 - circuito respiratorio (pulmonar), 234-235
 - lóbulos, 232, 233t
 - proyecciones en la superficie, 215, 215f
 - raíz, 222-223, 234-235
 - resección segmentaria, 239
 - respiración (véase Respiración)
 - segmentos broncopulmonares, 232-234, 232f, 233f
 - superficie costal, 231-232
 - superficie mediastínica, 231-232
 - superficies laterales, 231f
 - traumatismo, 238
 - vértice, 215
- Pulso carotídeo, 680
- Punción
 - external, 194
 - lumbar, 74-75, 75f, 84f
- Punto ciego, 663
- Punto motor, 21
- Punto nervioso del cuello, 700
- Pupila (ojo), 662-663

Q

Quemadura de piel, 8

Quiasma óptico, 618, 648

Quimo, 340

Quinta costilla, 196f

Quinto hueso metatarsiano, 601f, 602f, 524, 601-603

Quiste(s)

coledociano congénito, 374f, 374

foliculares, 459

formación, 726

lúteos, 459

mediastínico, 222

mesentérico, 350

ovárico, 459

sebáceo, 8

tirogloso, 754

R

Radio

ausencia congénita, 177, 178f

cabeza, 187

Radiología, 38

Radiolucidez, 38-39

Radioopacidad, 38-39, 271-272, 412f

Radios medulares, 380

Rafe, 19, 19f, 676

escrotal, 319, 508

faríngeo, 728

Raíces nerviosas espinales

anatomía, 65f, 67f, 68f, 69f

dolor, 71

Raicillas

anteriores, 64

posteriores, 25, 64

Raíz, 676, 700-701, 714, 731, 768

anterior, 25, 64

posterior, 64

principal del nervio facial, 706

simpática del ramo del ganglio ciliar, 702

ramo, 616, 622

anterior, 25

comunicante, 26, 206

posterior, 25

Rama(s) (vasculares)

amigdalina, 680

anterior, 635, 643-645

arteriales, 702, 702

auriculotemporal, 667-668

del cono arterioso, 250, 251

descendente, 700

frontal, 635, 643-645

inferior, 656

lingual, 668

mandibular, 637

- nasal externa, 657, 731
- parietal, 643-645
- posterior, 635, 643-645
- superior, 656
- tiroides, 702
- vasculares, 702
- Ramo(s) (nerviosos)
 - anterior, 25, 64
 - auricular del nervio vago, 705
 - bucal, 637
 - cervical, 637
 - cervicales de nervios espinales, 629
 - cigomático, 637
 - comunicantes blancos, 27, 395-396, 702
 - comunicantes grises, 395, 702
 - del nervio C1, 700
 - del trigémino, 629
 - faríngeo, 702
 - infratrocleares, 731
 - isquiopúbicos, 417
 - maxilar, 733
 - oftálmico, 733
 - petroso
 - mayor, 652
 - menor, 703
 - posterior, 25, 64
 - posteriores de los nervios cervicales, 668-669
 - temporal, 635, 637
 - timpánicos, 703
- Rampa
 - timpánica, 711
 - vestibular, 711
- Raquitismo, 13
- Rayos X, 38
- Raza, efectos sobre la estructura, 37-38
- Reanimación cardiopulmonar, 255
- Receso
 - anterior, 487
 - costodiafragmático, 215, 222-223, 223
 - costomediastínico, 223
- Recto, 440
 - ampolla de, 441
 - anatomía, 326f-327f, 328
 - anatomía radiológica, 473
 - cáncer, 445-446
 - curvas, 445
 - curvatura sacra de, 441
 - desarrollo, 362
 - drenaje linfático, 444
 - inervación, 444
 - irrigación sanguínea, 443-444, 444f
 - lesión, 446
 - localización, 442f, 443, 444f
 - pliegues mucosos, 445
 - prolapso, 445

- relaciones, 443, 443f-444f
- Recto abdominal, 284f, 285t, 286-289
 - intersecciones tendinosas, 319
 - separación, 313f, 314
- Rectocele, 469
- Reflejo
 - aquileo, 32, 604
 - cremastérico, 300
 - de acomodación, 664, 702-703
 - del tendón braquiorradial, 31, 148
 - del tendón de Aquiles, 32, 604
 - del tendón del bíceps braquial, 31, 148
 - del tendón patelar, 31, 32f, 604
 - del tendón tricipital, 31, 148
 - luminoso consensual, 664
 - luminoso directo, 664
 - luminoso pupilar, 702-703
 - patelar, 31, 604
 - tendinoso, 31, 604
 - e inervación segmentaria de los músculos, 148
- Reflejos abdominales superficiales, 31
- Reflejos pupilares, 664
- Región del codo
 - aponeurosis bicipital, 187
 - arteria braquial, 187
 - fosa cubital, 187
 - húmero, epicondilos medial y lateral, 187
 - nervio ulnar, 187
 - radio, cabeza de, 187
 - tendón del bíceps, 187
 - ulna, borde posterior, 187
- Región escapular, 104-106
 - espacio cuadrangular, 106, 106f
 - estructuras musculoesqueléticas y neurovasculares, 104-106
- Región glútea, 514
 - anatomía, 524-532
 - arterias, 527f-528f, 532
 - cara posterior, 598f
 - estructuras en, 527f-528f
 - foramen, 525-528, 527f-528f
 - huesos, 524-532
 - ligamentos, 525-528, 528f
 - músculos, 527f, 528-529, 528f, 529t
 - nervios, 525f, 529-532
 - piel de las nalgas, 525f
 - proyecciones en la superficie, 598f
- Región inguinal, 297f, 317f, 599
- Región media, 740
- Región olfatoria, 733
- Región pectoral
 - mamas, 100-102
 - y axila, 99f-100f
- Región respiratoria, 733
- Región submandibular, 667
- Resonancia magnética (RM), 40-42

- articulación de la rodilla, 597*f*
- cabeza, 762*f*
- cavidad craneal y orbitaria, 763*f*
- columna vertebral, 76-79, 83*f*
- cráneo, 761*f*
- miembro inferior, 597, 597*f*
- Respiración
 - abdominal, 238
 - espiración
 - cambios en los pulmones, 238
 - forzada, 238
 - silenciosa, 237-238
 - inspiración
 - cambios en los pulmones, 237
 - forzada, 237
 - músculo de, 203
 - silenciosa, 236, 236*f*
 - mecánica, 235-238
 - tipos, 238
 - torácica, 238
- Retina, 663
 - arteria central de, 657, 663, 681
- Retináculo extensor, 120*f*, 114-115
 - inferior, 553, 554*f*-555*f*
 - superior, 553, 554*f*-555*f*
- Retináculo fibular
 - inferior, 553, 555*f*
 - superior, 553
- Retináculo flexor, 118*f*-119*f*, 111-113, 555*f*, 556*f*, 553
- Retináculos, 8-9, 537, 574-575
- Retracción, 715, 717
 - de la mandíbula, 626
 - definición, 6
- Retracción/inversión de pezones, 104
- Revestimiento peritoneal, 292*f*
- Riñón
 - anatomía, 328, 328*f*
 - anatomía radiológica, 407*f*
 - cobertura, 380
 - desarrollo, 384-387
 - doble, 386
 - doble unilateral, 386
 - drenaje linfático, 382
 - en herradura, 386, 386*f*
 - en roseta, 386
 - estructura, 380-381, 381*f*
 - inervación, 382
 - irrigación sanguínea, 381-382, 381*f*, 382*f*
 - localización y descripción, 379-380
 - movilidad, 382
 - pélvico, 386
 - poliquístico, 386
 - proyecciones en la superficie, 321, 321*f*
 - relaciones, 380-381
 - trasplante, 383

- traumatismo, [382](#)
- túbulos colectores, [456-458](#)
- tumores, [383](#)
- Rinorrea cefalorraquídea, [621](#), [622](#)
- Ritmo abdominotorácico, [291](#)
- Rodete
 - acetabular, [574f](#), [574](#)
 - tubario, [726-727](#)
- Rombencéfalo, [649](#)
- Rotación
 - definición, [6](#)
 - lateral, [6](#), [576](#)
 - medial, [6](#), [576](#)
 - movimientos oculares, [658](#)
- Rotura del tendón del músculo extensor largo del pulgar, [130](#)
- Rotura extraperitoneal, [452](#)

S

- Saco
 - alveolar, [226f](#), [234](#)
 - conjuntival, [650](#), [650-651](#)
 - endolinfático, [712](#)
 - herniario, [543](#)
 - lagrimal, [652-653](#)
- Sacralización de la vértebra L5, [50](#)
- Sacro, [416](#), [417f](#), [419](#), [435-436](#), [436f](#)
 - anatomía, [47f](#), [49-50](#), [79f](#), [80f](#), [83](#)
 - fracturas, [429](#)
 - procesos espinosos, [435](#), [436f](#)
 - superficies auriculares de, [424](#)
- Sáculo, [711-712](#), [740](#)
- Salpingitis, [462](#)
- Sebo, [7](#)
- Segmentos broncopulmonares, [232f](#), [233f](#), [232-234](#)
- Segundo arco faríngeo, [636](#)
- Segundo nervio intercostal, [206](#)
- Semen, [498-499](#)
- Semimembranoso, [548](#), [548f](#), [549t](#)
- Semitendinoso, [549](#), [549t](#)
- Seno(s), [489](#)
 - aórtico, [247](#)
 - carotídeo, [679](#), [678-679](#)
 - hipersensibilidad, [679](#)
 - cavernoso, [645-646](#), [658](#)
 - trombosis, [635](#)
 - venoso, [681](#)
 - coronario, [246](#)
 - esfenoidales, [736](#)
 - etmoidales posteriores, [733](#)
 - frontal, [733](#), [737](#), [736](#)
 - intercavernosos, [645-646](#), [749](#)
 - maxilares, [616](#), [736-737](#)
 - neumático esfenoidal, [618](#), [733](#)
 - neumático maxilar, [766](#)

- neumáticos etmoidales medios, 733
- neumáticos frontales, 614
- oblicuo, 242
- occipital, 645
- paranasal, 735-737, 736f, 736t
- pericárdico, 242
- petroso, 645-646
 - inferior, 645-646
 - superior, 645-646
- prostático, 454f, 455
- pulmonares, 246
- recto, 645, 649
- renal, 379-380
- sagital
 - inferior, 645
 - superior, 68f, 618, 645, 763
- sigmoideos, 645
- supratroclear, 631, 635
- tirogloso, 754
- transverso, 242
 - derecho, 645
 - izquierdo, 645
- urogenital, 456
- venoso, 245-246, 255-256
- venosos dures, 682
- Sensibilidad general, 733
- Separación del hombro, 164
- Séptima vértebra cervical, 768
- Septo
 - aorticopulmonar, espiral, 258f, 258
 - atrial, 245
 - defectos, 259
 - femoral, 542
 - fibroso, 103, 300
 - fibroso medial, 715
 - intermedio, 258
 - nasal, 614-616, 721-722, 731
 - orbitario, 651
 - rectovesical, 454
 - transverso, 373
 - urorrectal, 446, 447f-448f, 456, 491
 - ventricular, 245
- Septum*
 - primum*, 259
 - secundum*, 259
- Serrato posterior
 - inferior, 201t, 205, 237-238
 - superior, 201t, 205
- Sexo, efectos sobre la estructura, 37-38
- Shock*, cambios en la piel, 8
- Shock* hipovolémico, 160
- Sigmoidoscopia, 441-442, 441f-442f
- Signo
 - de Froment, 151
 - de Queckenstedt, 75

- de Trendelenburg, 577, 577f
- Silicosis, 239
- Silla turca, 620, 644f, 749
- Simpatectomía, 703
 - lumbar, 603
- Sinapsis, 27-29
- Sindactilia, 177, 178f
- Síndrome
 - compartimental del antebrazo, 130
 - de Cushing, 388
 - de Frey, 724
 - de Horner, 703
 - de la abertura torácica, 199
 - de la raíz lumbosacra, 73t
 - de raíces cervicales, 73t
 - del túnel carpiano, 118f-119f, 96, 111-113, 121, 122, 150-151
- Sinergismo, 20
- Sínfisis del pubis, 13, 318, 416-417, 417f, 419-421, 419f, 420f, 421f-422f, 423f, 424, 435, 436f, 481f, 507, 508f-509f, 516, 599, 599f
- Sínfisis mentoniana, 623, 766
- Sinovitis estenosante
 - del músculo abductor largo del pulgar, 130
 - del músculo extensor corto del pulgar, 130
- Sinusitis, 737
- Sinusoide, 34, 369
 - hepático, 373
- Siringomielocele, 53f-54f
- Sistema de conducción cardíaco, 22
 - fallo, 250
 - haz atrioventricular, 249
 - nodo atrioventricular, 249
 - nodo sinoatrial, 249
 - ramos del haz, 249
 - ramos subendocárdicos, 249
 - vías de conducción internodales, 249
- Sistema digestivo
 - cavidad bucal
 - dientes, 714-715
 - glándulas salivares, 723f, 725f, 722-725
 - labios, 712f-713f, 712
 - lengua, 715f, 716f, 715-717, 716t
 - paladar, 719f, 720f, 718-720, 721t
 - duplicación, 363
 - esófago, 731
 - faringe, 726f
 - alimentos y vía aérea, 728-730
 - amígdalas, 730
 - bucofaringe, 728
 - deglución, 730
 - drenaje linfático, 727
 - inervación sensitiva de la membrana mucosa, 727
 - irrigación sanguínea, 727
 - laringofaringe, 729f, 727-728, 729t
 - músculo, 726f, 726-727
 - nasofaringe, 727f, 727

Sistema endocrino

- glándula pineal, 750-751
- glándula tiroides
 - agenesia, 753
 - arterias, 752
 - bocio retroesternal, 752
 - conducto tirogloso persistente, 754
 - crecimientos, 752
 - desarrollo, 753f, 752-753
 - drenaje linfático, 752
 - funciones, 752
 - inervación, 752
 - irrigación sanguínea, 751-752
 - lóbulo, 751, 751
 - nervios, 752
 - quiste tirogloso, 754
 - relaciones del istmo, 751
 - seno tirogloso, 754
 - tejido tiroideo ectópico, 753
 - tiroidectomía, 752
 - vías aéreas, 752
- glándulas paratiroides, 755f, 754
- hipófisis, 749f, 749
 - desarrollo, 750f, 750
 - funciones, 749

Sistema linfático

- anatomía, 35-36, 35f
- enfermedad, 37

Sistema nervioso, 24-29

- autónomo, 26-29
- central, 24-25
- división parasimpática, 28t, 29
- división simpática, 27-29, 28t
- periférico, 25-26
- simpático (*Véase* Sistema simpático)
- somático, 24

Sistema nervioso autónomo (SNA), 26-29, 702-703

Sistema nervioso central (SNC), 24-25

Sistema nervioso periférico, 25-26, 25f

Sistema nervioso somático, 24

Sistema portal, 34

Sistema respiratorio

laringe

- abertura, 739
- articulaciones sinoviales, 737
- cartílagos, 737, 738f
- cavidad, 740
- drenaje linfático, 742
- fosa piriforme, 739
- inervación, 742, 742f
- irrigación sanguínea, 742
- membrana mucosa, 742
- membranas y ligamentos, 738-739, 739f
- músculos, 740-742, 740t, 741f
- pliegue vestibular, 740

- pliegue vocal, 740
- nariz
 - cavidad nasal, 732-734, 732f, 733f, 734f
 - externo, 731, 732f
 - senos paranasales, 735-736, 736t, 736f
 - tráquea, 745, 746f
- Sistema simpático
 - anestesia espinal y, 265
 - enfermedad de Raynaud y, 265
 - porción abdominal, 396, 397f
 - porción torácica, 265
 - ramos, 265, 396-397
- Sóleo, 560, 561t
- Somitas, 51
- Sondaje, 503
 - en hombres, 499
 - en mujeres, 503
 - procedimiento de, 499
 - vasos umbilicales, 309f, 309-310
- Soplos cardíacos, 255
 - valvulares, 255
- Soporte hepático, 369
- Staphylococcus aureus*, infección cutánea por, 8
- Suelo, 705-706, 713, 733
- Suelo pélvico, 422
 - importancia funcional en la mujer, 429-430, 430f
 - lesión, 430
 - músculos, 421t
- Superficial, definición, 3
- Superficie articular, 15
- Superficie poplítea, 516, 517f
- Superior, definición, 3
- Supinación del antebrazo, 6
- Supino, definición, 4
- Surco(s), 647
 - anterolaterales, 64
 - calcáneo, 521
 - calcarino, 648
 - central, 647
 - costal, 195f-196f, 195
 - laringotraqueal, 239
 - lateral, 647
 - medio posterior, 64
 - nasal medial, 735, 735f
 - nasolabial, 637, 712
 - nucal, 81-83, 768
 - para el seno transversal, 620
 - paracólicos, 332
 - parietooccipital, 647
 - posterolaterales, 64
 - quiasmático, 620
 - subtarsal, 650-651
 - talar, 524
 - terminal, 245-246, 715, 717
 - timpánico, 704

- ulnar, [91-92](#)
- uretral, [505](#), [506f](#)
- y conducto infraorbitario, [655](#)
- Sustancia
 - blanca, [25](#)
 - gris, [25](#)
 - negra, [649](#)
- Sustancia perforada posterior, [648](#)
- Sustentáculo del talo, [522](#)
- Sutura, [613](#)
 - coronal, [616](#), [616](#)
 - intermaxilar, [616](#)
 - lambdoidea, [616](#)
 - metópica, [616](#)
 - sagital, [616](#)

T

- Tabaquera anatómica, [122](#)
- Tabla externa, [614](#)
- Tabla interna, [614](#)
- Tálamo, [648](#)
- Taponamiento cardíaco, [243](#)
- Techo, [705](#), [713](#), [733](#)
- Techo (*tectum*), [649](#)
- Techo de la pared, [653](#)
- Techo del tímpano, [620](#), [705](#)
- Tegmento, [649](#)
- Tejido
 - areolar laxo, [628](#)
 - eréctil, [493f](#), [496](#), [505](#)
 - extraperitoneal, [329](#)
 - linfático, [35-36](#)
- Tendinitis
 - del manguito de los rotadores, [124-126](#)
 - supraespinosa, [126](#), [126f](#)
- Tendón, [19](#)
 - calcáneo (de Aquiles), [523f](#), [551f](#), [555f](#), [556f](#), [560](#), [560f](#), [601](#), [602f](#)
 - central, [203](#)
 - conjunto, [287f](#), [285](#), [311](#)
 - del músculo extensor largo del pulgar, [121](#)
 - del músculo extensor del meñique, [121](#)
 - del músculo extensor ulnar de la muñeca, [121](#)
 - del músculo flexor largo del dedo gordo del pie, [556f](#), [564f](#), [567f](#), [566-567](#), [570t-571t](#)
 - del músculo flexor ulnar de la muñeca, [115](#)
 - del músculo flexor largo del pulgar, [117](#)
 - del músculo flexor radial de la muñeca, [117](#)
 - plantar, [560](#)
 - supraespinoso, rotura, [126](#)
 - tibial posterior, [567f](#), [568](#), [569f](#), [570t-571t](#), [601](#)
- Tendones
 - de los extensores radiales largo y corto de la muñeca, [121](#)
 - del extensor de los dedos y el extensor del índice, [121](#)
 - del músculo extensor corto del pulgar, [121](#)
 - del músculo flexor superficial de los dedos, [117](#)

Tenias del colon, [351](#)
 Tenosinovitis de las vainas sinoviales del tendón flexor, [135](#)
 Tenotomía, [547](#)
 Tercer ventrículo, [648-649](#)
 Tercera bolsa faríngea, [754](#)
 Tercera vértebra sacra, [443](#)
 Terminología anatómica, [3f](#), [4f](#), [5f](#), [2-4](#)
 Testículos
 alteraciones clínicas, [301](#), [302f](#)
 anatomía, [299f](#), [300-301](#), [509](#)
 anomalías congénitas, [304](#), [304f](#)
 anomalías del descenso, [304](#), [304f](#)
 cáncer, [301](#)
 desarrollo, [303-304](#), [303f-304f](#)
 descenso, [298f](#), [304](#), [304f](#)
 drenaje linfático, [300f](#), [301](#)
 irrigación sanguínea, [301](#)
 torsión, [301](#)
 Tetralogía de Fallot, [259](#)
 Tibia
 anatomía, [519-520](#), [520f](#), [600f](#), [601](#), [601f](#)
 fracturas, [521](#)
 infusión intraósea en el lactante, [521](#)
 Tienda del cerebelo, [618](#), [620](#), [641-643](#)
 Timo, [244f](#), [268](#)
 irrigación sanguínea, [268](#)
 Tímpano, [627](#), [704](#)
 Tiroidectomía, [752](#)
 parcial, [752](#)
 Tobillo, [514](#)
 anatomía, [601f](#), [602f](#), [601-603](#)
 anatomía radiológica
 anteroposterior, [596f](#)
 lateral, [595f](#)
 cara anterior, [554f-555f](#), [562](#)
 cara lateral, [602f](#)
 cara medial, [602f](#)
 cara posterior, [555f](#), [556f](#), [602f](#), [562-563](#)
 estructuras, [555f](#), [556f](#), [563f](#), [562-563](#)
 radiografía anteroposterior, [596f](#)
 radiografía lateral, [595f](#)
 retináculos, [553-554](#)
 vena safena mayor seccionada en, [526f](#), [535-536](#)
 Tomografía computarizada (TC), [40](#)
 abdomen, [407](#)
 columna vertebral, [82f](#), [82f](#), [76-79](#)
 cráneo, [760f](#), [756](#)
 pelvis, [475f](#)
 tórax, [276f](#)
 Tomografía por emisión de positrones (PET), [42](#)
 Tono muscular, [15](#), [23](#) Toracostomía, [209](#)
 con aguja, [208-209](#)
 con cánula, [208-209](#), [209f](#)
 Toracotomía, [209](#), [209f](#), [210f](#)
 Tórax

- aberturas, [199-200](#)
- anatomía radiológica, [268-272](#)
 - angiografía coronaria, [272](#), [274f](#)
 - broncografía, [271-272](#)
 - radiografía oblicua derecha, [270](#), [270f-271f](#)
 - radiografía oblicua izquierda, [270](#), [272f-273f](#)
 - radiografía posteroanterior, [268-270](#), [268f-269f](#)
 - tomografía computarizada, [272](#), [276f](#)
- aorta, [260-261](#)
- arterias, [263-264](#)
- cambios relacionados con la edad, [210](#)
- en tonel, [239](#)
- exploración clínica, [214](#)
- grandes arterias, [260-261](#)
- grandes venas, [262-263](#)
- inestable, [198](#)
- lesión, [198](#)
 - traumática, [198](#)
- músculos, [200-205](#), [201t](#)
- nervios, [264-265](#)
 - frénico, [264-265](#)
 - vagos, [264](#)
- porción superolateral, [46f](#), [83](#), [84f](#)
- sección transversal, [220f-221f](#)
- superficie anterior, [179-180](#)
 - axila, [180](#)
 - clavícula, [184f-185f](#), [179](#)
 - escotadura supraesternal, [184f-185f](#), [179](#)
 - pliegue axilar, [184f-185f](#), [179-180](#)
 - triángulo deltopectoral, [184f-185f](#), [179](#)
- tomografía computarizada, [40](#), [41f](#)
- tronco pulmonar, [261](#)
- tronco simpático, [265](#)
- vena ácigos, [262](#), [263f](#)
- vena braquiocefálica, [232f](#), [262](#)
- vena cava inferior, [263](#)
- vena cava superior, [262](#)
- venas pulmonares, [263](#)
- vista anterior, [211f-213f](#)
- vista lateral, [194f](#)
- vista posterior, [212f](#)
- Tórax en tonel, [239](#)
- Tórax inestable, [198](#)
- Tortícolis
 - congénita, [674](#)
 - espasmódica, [674](#)
- Trabajo de parto, útero en, [466](#)
- Trabécula(s), [9](#)
 - carnosas, [246](#)
 - septomarginal, [246](#)
 - subaracnoideas, [69](#)
- Trago, [703-704](#)
- Transfusión
 - intravenosa, [160](#)
 - sanguínea, [160](#)

Transiluminación, método, 737
 Trapecio, 700
 Tráquea, 745, 746f
 anatomía, 214-215, 225-230
 bifurcación, 230f
 compresión, 230
 desarrollo, 239
 drenaje linfático, 230
 inervación, 230
 irrigación sanguínea, 230
 nódulos, 687
 palpación, 746-747
 porción torácica, 227f
 primer anillo, 767
 relaciones
 en el cuello, 745
 en el mediastino superior, 226
 Traqueostomía, 747-748
 Traumatismo(s), 429, 604, 605f
 de hígado, 369-370
 incontinencia después de, 490
 ojo, 664
 protección de, 674
 Triángulo
 anal, 481f, 481f, 481, 481, 507
 anterior
 cuello, 673f-675f, 673, 768, 676
 glándula tiroides, 768
 auscultatorio, 62
 carotídeo, 676, 676
 digástrico, 676
 facial de la muerte, 635
 femoral, 526f, 541, 599
 interescaleno, 676
 lumbar, 62
 muscular, 676
 cara posterior, 62
 occipital, 676
 omoclavicular, 676
 posterior, cuello, 673, 673f-675f, 676, 768
 subclavio, 676
 submandibular, 676
 submentoniano, 676, 766
 urogenital, 481, 481f, 492-495, 492f, 493f, 494f, 495f, 496f
 diafragma urogenital, 492f, 493-495, 494f
 espacio (compartimento) perineal superficial, 492f, 493, 494f
 fascia superficial, 492-493, 492f, 493f
 hombres, 482f, 495-499, 507-509
 mujeres, 482f, 486t, 494f, 496f, 500-503, 501f, 509-510, 509f
 Tributarias, 34
 Trígono, 450
 Trocánter
 mayor, 516, 520f, 597
 menor, 516, 520f
 Tróclea, 658

Trombosis, [710](#)
 de seno venoso, [632](#)
 venosa mesentérica superior, [350](#)
 venosa profunda, [562](#)
 Trompa auditiva, [616-617](#), [706](#), [708-709](#)
 Trompa uterina, [471](#)
 como vía para la infección, [462](#)
 desarrollo, [463](#)
 diversas partes de, [461](#), [462f](#)
 drenaje linfático, [461](#)
 función, [461](#)
 inervación, [461](#)
 irrigación sanguínea, [461](#)
 ligadura, [462](#)
 localización, [461](#)
 Tronco
 arterioso, [258](#)
 broncomediastínico, [235](#)
 costocervical, [682](#)
 linfático yugular, [264](#)
 linguofacial, [680](#)
 lumbosacro, [420f](#), [422f](#), [430](#), [431f](#)
 pulmonar, [261](#)
 simpático, [265](#), [396](#), [397f](#), [702](#)
 parte pélvica de, [431f](#), [432-433](#)
 tirocervical, [681-682](#)
 vagal
 anterior, [343](#)
 posterior, [343](#)
 Troncos, [700-701](#)
 plexo braquial, [768](#)
 yugulares, [687](#)
 Túber, [648](#)
 Tubérculo
 aductor, [548f](#), [593f](#), [598f](#), [601f](#), [516](#), [516](#), [600](#)
 articular, [617](#), [623-624](#)
 cuadrado, [517f](#)
 cuneiforme, [649](#)
 de la silla, [620](#)
 faríngeo, [618](#)
 fibular, [522](#)
 genianos, [623](#)
 genital, [504](#), [505f-506f](#)
 grácil, [649](#)
 ilíaco, [516](#), [597](#)
 impar, [717](#), [752](#)
 púbico, [313](#), [318](#), [435](#), [435f](#), [435f-436f](#), [436f](#), [514f-515f](#), [516](#), [526f](#), [534f](#), [536f](#), [538f-539f](#), [542f](#), [598f](#), [599](#), [599f](#)
 Tuberculosis, [305](#)
 Tuberosidad
 glútea, [516](#)
 isquiática, [417](#), [427](#), [481f](#), [504](#), [507](#), [516](#), [597](#), [598f](#)
 tibial, [537](#), [593f](#), [598f](#)
 Tubo cardíaco, [255-256](#)
 Tubo digestivo

- anatomía, [339-366](#)
- anatomía radiológica, [399-407](#)
- anomalías, [360f](#)
- desarrollo, [359f](#), [360f](#), [361f](#), [362f](#), [363f](#)
- drenaje venoso, [366](#)
- irrigación sanguínea, [369](#)
- órganos accesorios, [368-378](#)
- Tubo gastrointestinal. *Véase* [Tubo digestivo](#)
- Tubo neural, [39](#)
- Tubos endocárdicos cardíacos, [255](#)
- Tumor
 - mediastínico, [222](#)
 - mesentérico, [350](#)
 - plexo sacro, [432](#)
 - renal, [383](#)
- Tumores o quistes mediastínicos, [222](#)
- Túnica
 - albugínea, [300](#), [303](#), [458](#)
 - vaginal, [286f](#), [300-302](#), [302f](#), [319](#)

U

- Úlcera
 - duodenal, [348](#)
 - gástrica, [344](#)
- Uña, [6-7](#)
- Unidad motora, [21](#)
- Unión
 - cardioesofágica, [322](#)
 - esofagogastrica, [340](#)
 - rectosigmoidea, [441-442](#)
- Uraco permeable, [308](#), [308f-317f](#)
- Uréter
 - anatomía, [383-384](#)
 - anatomía radiológica, [406](#), [409f-410f](#)
 - anomalías congénitas, [387f](#)
 - bífido, [387](#), [387f](#)
 - cálculos, [384](#)
 - constricciones, [449](#)
 - desarrollo, [384-387](#)
 - drenaje linfático, [384](#)
 - hombres, [448](#), [448f](#)
 - inervación, [384](#)
 - irrigación sanguínea, [384](#)
 - lesión por histerectomía, [467](#)
 - megalouréter, [387](#), [387f](#)
 - mujeres, [448f](#), [449](#), [459f](#)
 - poscavo, [387](#), [387f](#)
 - proyecciones en la superficie, [322](#)
 - relaciones, [384](#)
 - superior, cruce de la arteria uterina sobre, [434](#)
 - traumatismos, [384](#)
- Uretra, [449](#)
 - desarrollo, [458](#)
 - hombres, [482f](#), [493f](#), [494f](#), [495f](#), [499](#)

- infección, [499-500](#), [503](#)
- lesiones, [503](#)
- membranosa, [494f](#), [499](#)
- mujeres, [482f](#), [501f](#), [503](#)
- peneana, [494f](#), [499](#)
- prostática, [494f](#), [499](#)
- rotura, [500](#)
- Útero, [436](#), [437f](#)
 - agenesia, [467](#)
 - desarrollo, [467](#)
 - después del fallo de la fusión del conducto paramesonéfrico, [467](#)
 - drenaje linfático, [464](#)
 - ecografía, [476f](#), [477f](#)
 - en anteversión, [462f](#), [464](#)
 - en el embarazo, [322](#), [466](#)
 - en el parto, [466](#)
 - estructura, [462f](#), [464](#)
 - exploración bimanual, [466](#)
 - fondo de, [467](#)
 - función, [464](#)
 - inervación, [464](#)
 - infantil, [467](#)
 - irrigación sanguínea, [459f](#), [462f](#), [464](#)
 - ligamento cervical transversal (cardinal), [466](#)
 - ligamento pubocervical, [465f](#), [466](#)
 - ligamento redondo, [461f](#), [466](#), [471](#)
 - ligamento sacrocervical, [448f](#), [465f](#), [466](#)
 - ligamentos fasciales, [465-466](#), [465f](#)
 - localización, [444f](#), [459f](#), [464](#)
 - músculos elevadores del ano y cuerpo perineal, [444f](#), [464-465](#), [465f](#)
 - posiciones, [462f](#), [464](#)
 - posmenopausia, [466](#)
 - prepuberal, [466](#)
 - prolapso, [467](#)
 - relaciones, [444f](#), [459f](#), [464](#)
 - soporte, [464-466](#)
- Utrículo, [711-712](#)
 - prostático, [453](#), [454f](#), [455](#)
- Úvula, [718](#), [721-722](#)
 - de Quincke, [720](#)
 - vesical, [450](#)

V

Vagina

- agenesia, [470](#)
- características, [482f](#), [501f](#), [503](#)
- desarrollo, [470](#)
- doble, [470](#)
- drenaje linfático, [469](#), [503](#)
- exploración, [469](#), [503](#)
- fórnix lateral, [434](#)
- función, [469](#)
- imperforada, [470](#)
- inervación, [469](#), [503](#)

- irrigación sanguínea, 503
- localización, 444*f*, 459*f*, 465*f*, 468
- prolapso, 469
- relaciones, 468
- soporte, 444*f*, 465*f*, 469, 503
- traumatismos, 469
- Vaina
 - axilar, 701, 676
 - y bloqueo nervioso del plexo braquial, 139
 - carotídea, 678, 676, 768
 - de los rectos
 - anatomía, 289-291, 290*f*
 - hematoma, 291
 - del psoas, 543
 - fascial, 658
 - femoral, 526*f*, 542
 - sinovial, 17-18
 - infección, 19
 - traumatismo, 19
- Vainas flexoras
 - fibrosas, 564*f*, 567*f*, 567
 - sinoviales, 556*f*, 567*f*, 567
- Valsalva, maniobra de, 742
- Válvula
 - aórtica, 247
 - ileocecal, 351
 - mitral, 247, 254, 254*f*
 - tricúspide, 246, 254*f*, 258-259
- Válvulas anales, 483*f*, 485*f*, 489*f*, 483, 489
- Válvulas atrioventriculares, 243-244, 253
 - anatomía de superficie, 254, 254*f*
 - auscultación, 254, 255*t*
 - desarrollo, 258-259
 - enfermedades, 254
 - posición, 254*f*
- Válvulas cardíacas
- Válvulas pulmonares, 246-247, 247*f*
- Válvulas semilunares, 258
- Varicocele, 301, 383
- Varicocidades de la vena safena, 543
- Vasculatura
 - arterias, 153-158
 - venas, 159
- Vasectomía, 299
- Vaso meníngeo medio, 618
- Vasos linfáticos, 36
 - superficiales del miembro superior, 161, 161*f*
 - superficiales y profundos, 161, 161*f*
- Vasos pudendos internos, 483*f*, 487, 502
- Vasos sanguíneos
 - anatomía, 33*f*, 34*f*, 33-35
 - enfermedad, 34
 - torácicos, 216
- Vasos tibiales posteriores, 601
- Vasos torácicos internos, 205*f*, 216

Vasos umbilicales, cateterismo, 309-310, 309f

Vasto

- intermedio, 540t
- lateral, 540t
- medial, 540t

Vejiga

- atónica, 452
- autónoma, 453
- refleja automática, 452-453

Vejiga urinaria, 436, 437f

- anatomía, 444f, 449-451, 449f, 451f
- aspiración suprapúbica, 452
- base, 449
- desarrollo, 456, 457f-458f
- después de lesión de médula espinal, 452-453, 452f
- distensión, 451
- drenaje linfático, 450
- extrofia, 456, 458f
- hombres, 449-450, 449f
- incontinencia de esfuerzo, 452
- inervación, 450
- irrigación sanguínea, 450
- lesión, 452
- localización, 443f-444f, 449
- micción, 450-451, 451f
- mujeres, 444f, 450
- palpación, 451
- proyecciones en la superficie, 322
- retención, 451
- trígono de, 456, 457f
- vértice, 449

Vejiga urinaria en el hombre, 449-451, 449f

Vejiga urinaria en la mujer, 444f, 450

Vellosidades aracnoideas, 645

Velo medular

- inferior, 649
- superior, 649

Vena, 34, 159, 752

- basílica, 189
- cabeza y cuello, 682-683
- cefálica, 189
- encéfalo, 682
- extracraneal, 682-683
- facial, 683
- inervación, 159
- intracraneal, 682
- mediana cubital, 189
- vena axilar, 159
- vena basílica, 159
- vena cefálica, 159
- venas superficiales, 159

Vena accesoria, 534f, 535

Vena ácigos, 207, 263f, 262

Vena auricular posterior, 631

Vena axilar, 159

- trombosis espontánea, 160
- Vena basilica, 189, 159
- Vena braquiocefálica, 216
- Vena cardíaca, 252
 - anterior, 244f, 250f, 263f, 252
 - media, 252
 - menor, 252
- Vena cava
 - inferior, 246, 249, 252, 262-263
 - anatomía, 391
 - circulación colateral, 394f
 - compresión, 392
 - obstrucción, 295
 - traumatismo, 392
 - tributarias, 391, 391f
 - superior, 216, 246
 - anatomía, 216, 246
 - circulación colateral, 394f
 - obstrucción, 295
- Vena cefálica, 189, 159
- Vena central, 369
- Vena cerebral mayor, 649
- Vena circunfleja iliaca superficial, 534f, 535
- Vena cística, 366, 371
- Vena epigástrica
 - inferior, 434
 - superficial, 534f, 535
- Vena esplénica, 366, 392
- Vena facial, 631, 635, 683
 - transversa, 635
- Vena femoral, 434, 539f, 553f, 542, 599, 544
 - profunda, 547
- Vena gástrica, 342, 366
 - corta, 342
- Vena gastroepiploica, 342
- Vena hemiácigos
 - inferior, 262
 - superior, 262
- Vena iliaca
 - circunfleja profunda, 434
 - circunfleja superficial, 535
 - externa, 422f, 434
 - interna, 422f, 434
- Vena iliaca común, 422f, 434
 - izquierda, 434
- Vena lumbar ascendente, 262
- Vena maxilar, 631, 683
- Vena mediana cubital, 189
- Vena menígea media, 616, 645
- Vena mesentérica
 - inferior, 366, 392
 - superior, 366, 392
 - trombosis, 350
- Vena obturatriz, 547
- Vena occipital, 631

Vena oftálmica
 inferior, 658
 superior, 635, 658
Vena perforante, 534, 534f
Vena poplítea, 539f, 544, 550f, 551f, 552
 cáncer de hígado y, 367
 obstrucción, 295
 tributarias, 342f, 391
Vena porta, 34, 392
 hepática, 330-331, 365, 365f, 368-369
Vena pudenda
 externa, 535
 interna, 487
Vena pudenda superficial externa, 534f, 535
Vena rectal
 inferior, 444
 media, 444
 superior, 444
Vena renal izquierda, 459
Vena retromandibular, 631, 683
 división anterior de, 635
 división posterior de, 631, 671
Vena safena mayor
 anatomía, 534, 543, 544, 599, 601, 602f
 en cirugía de derivación coronaria, 536
 origen, 534f
 venodisección, 535-536, 536f
Vena subclavia, 678, 683
Vena subcostal, 262
Vena supraorbitaria, 631, 635
Vena temporal superficial, 631, 683
Vena testicular, 298
Vena tiroidea
 inferior, 752, 767
 superior, 752
Vena torácica interna, 207
Vena umbilical, cateterismo, 310
Vena uterina, 464
Vena yugular
 anterior, 683
 externa, 631, 671-672, 683, 768
 cateterismo, 672f, 672
 manómetro venoso, 672
 visibilidad, 672
 interna, 635, 645, 683
Venas basivertebrales, 63f, 64
Venas cerebrales
 internas, 649
 superiores, 646
Venas coronarias, 252t
Venas diploicas, 682
Venas emisarias, 628, 682
Venas extracraneales, 682, 683
Venas hemiácigos, 262
Venas intercostales, 200f, 205f, 207

- anteriores, 207
- posteriores, 205f, 207
- Venas intervertebrales, 63f, 64
- Venas intracraneales, 682
- Venas oftálmicas, 658
- Venas paraumbilicales, 295, 367
- Venas plantares, 571
 - laterales, 571
- Venas pulmonares, 263
- Venas sacras medias, 434
- Venas satélite
 - de la arteria tibial anterior, 558
 - de la arteria tibial posterior, 562
- Venas superficiales, 159, 533-535, 534f, 556
 - miembro inferior, 526f, 533-535, 534f
 - piernas, 554, 555f
- Venas varicosas, 466, 535
 - esofágicas, hemorragia, 340
- Venas vorticosas, 660
- Venopunción y transfusión de sangre, 160
- Ventana
 - coclear, 706, 711
 - oval, 706
 - redonda, 706
 - vestibular, 706, 711
- Ventrículo, 255-256
 - derecho, 245f, 246, 247f
 - desarrollo, 258
 - encéfalo, 649
 - izquierda, 247, 247f
 - lateral, 648-649
- Vénula, 34, 34f
- Vermis, 649
- Vértebra, 196-198
 - anatomía de superficie, 79-84, 84f
 - características, 46, 48-49, 48t, 49f
 - caras costales, 196-197
 - cervical
 - lumbar, 79f, 80f, 81-83, 81f, 82f, 84f, 280-281, 281f
 - prominente, 49, 49f, 81, 213, 768
 - séptima, 213
 - torácica, 193-194, 213
 - anatomía, 79f, 80f, 81-83, 193-194, 194f
 - desarrollo, 52f
 - procesos espinosos, 197f, 212f, 213
- Vértebra cervical
 - anatomía, 49f, 48, 48, 48-49, 48t
 - fractura, 59f, 59
 - primera, 49f, 48-49
 - segunda, 49f, 49
 - séptima, 49f, 49, 81, 213
- Vértebra torácica, 81-83, 193, 211, 213
 - anatomía, 47f, 48, 48t, 52f, 79f, 80f, 81-83, 194f
 - procesos espinosos, 213, 215
- Vértebras cartilaginosas, 53

Vértebras lumbares, 79f, 80f, 81-83, 81f, 82f, 84f, 280-281, 281f
 anatomía, 47f, 48t
 Vértebras sacras, 419
 fusión parcial, 430
 Vértice, 49
 cartílago, 737
 del corazón, 216f, 216, 245
 del pulmón, 215, 231-232, 678
 latido, 213
 Vértigo, 710
 Vesícula biliar
 anatomía, 326, 326f-327f
 anatomía radiológica, 408f
 anomalías congénitas, 373-374, 374f
 desarrollo, 373-374
 drenaje linfático, 372
 función, 371
 inervación, 372
 irrigación sanguínea, 365f, 371
 proyecciones en la superficie, 320, 320f
 relaciones, 347f, 371
 Vesículas seminales, 443f-444f, 449-450, 453
 Vestíbulo, 501f, 509f, 510, 711, 713, 732-733
 aórtico, 258
 Vestigios fetales, atrio derecho, 245f, 259f, 246
 Vía aérea comprometida, 747-748
 Vía internodal, 249, 249f
 anterior, 249
 media, 249
 posterior, 249
 Vía respiratoria inferior
 bronquios, 230
 tráquea, 225-230
 Vías urinarias
 anatomía, 379-384
 anatomía radiológica, 406-407, 409f-410f
 Vías de conducción internodales, 249
 Vientre muscular, 19
 Vínculos, 18
 Viscera pélvica, 436
 anatomía de superficie, 434-436, 475f
 Vísceras abdominales
 anatomía de superficie, 318f, 320f, 321f, 318-319, 407
 disposición, 326f-327f, 325-328
 lesión traumática, 198
 posteriores
 arterias, 388f, 389f, 389-390
 linfáticos, 395f, 394-395
 nervios, 395-397
 venas, 391-392
 Visceroptosis, 291
 Volkmann, contractura isquémica de, 130
 Vólvulo, 357, 441
 Vómer, 614-616, 733
 Vulva, 501f

anatomía, [500](#), [501f](#), [509f](#)
drenaje linfático, [500](#)
en el embarazo, [503](#)
inervación, [500](#)
infección, [503](#)
irrigación sanguínea, [500](#)

Y

Yeyuno

anatomía, [327](#), [348-350](#)
anatomía radiológica, [402f-403f](#)
arterias, [348](#)
desarrollo, [362](#)
drenaje linfático, [350](#)
fibras nociceptivas, [350](#)
inervación, [350](#)
irrigación sanguínea, [348](#), [349f](#)
localización y descripción, [347f](#), [348](#), [349f](#)
reconocimiento, [350](#)
traumatismos, [350](#)
venas, [348](#)

Índice

Title Page	2
Copyright	3
Dedication	5
In memoriam	6
Prefacio	7
Reconocimientos	9
Prólogo a la edición en español	11
Contenido	14
CAPÍTULO 1: Introducción	15
CAPÍTULO 2: Espalda	92
CAPÍTULO 3: Miembro superior	159
CAPÍTULO 4: Tórax. Parte I: pared torácica	350
CAPÍTULO 5: Tórax. Parte II: cavidad torácica	398
CAPÍTULO 6: Abdomen. Parte I: pared abdominal	505
CAPÍTULO 7: Abdomen. Parte II: cavidad abdominal	577
CAPÍTULO 8: Pelvis. Parte I: paredes pélvicas	729
CAPÍTULO 9: Pelvis. Parte II: cavidad pélvica	770
CAPÍTULO 10: Periné	838
CAPÍTULO 11: Miembro inferior	897
CAPÍTULO 12: Cabeza y cuello	1063
Índice alfabético de materias	1350